

VERSLAG VAN EEN PROEFOBJECT VOOR DIEPERE
ONTWATERING VAN VEENGRASLAND IN N.W. OVERIJSSSEL

C.J. Schothorst en J. Beuving

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemid-
delen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek
nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking.



ISN-207725-01

INHOUD

	blz.
INLEIDING	1
ALGEMENE GEGEVENS	3
HET ONTWERP EN UITVOERING VAN HET PROEFOBJECT (fig. 4)	3
DE OPTIMALE DRAIN- EN SLOOTAFSTAND VOLGENS DIVERSE FORMULES	7
HET EFFECT VAN DE SLOOT- PEILVERLAGING OP DE GRONDWATERSTAND	5
DE RELATIE 'STIJGHOOGTE EN AFVOER' BIJ DRAINREEKSEN EN SLOTEN	10
DE AFVOER GEDIFFERENTIEERD NAAR NEERSLAG EN KWEL	17
DE KOSTEN VAN ONDERBEMALING	20
DE VOCHTHUISHOUDING	21
DRAAGKRAFT	22
ZAKKING VAN MAAIVELD	33
BRUTO-OPBRENGST	34
DE NETTO-OPBRENGST	35
SAMENVATTING	38
CONCLUSIE	40

INLEIDING

Op 15 november 1963 werd op initiatief van de Rijkslandbouwconsulent voor West-Overijssel een bespreking georganiseerd betreffende de mogelijkheden voor het aanleggen van een proefobject voor diepe ontwatering van veengrasland. Hiertoe werden behalve leden van het Rijkslandbouwconsulentschap als geïnteresseerden de Provinciale Directie van de Cultuurtechnische Dienst en het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding uitgenodigd.

Er werd een sterke behoefte gevoeld aan een dergelijk proefobject in het veenweidegebied westelijk van de weg Zwolle-Merpel, daar in dit gebied een onvoldoende draagkracht van de grond in natte perioden een algemeen voorkomend euvel vormt. Het is hier een urgent probleem.

In het ruilverkavelingsgebied 'Heerst-Genne' werd binnen het kader van boerderijverplaatsing in belangrijke mate en met veel succes de draagkracht van veengrasland verbeterd door middel van bezanden met de grondvrijzel.

Daar op theoretische gronden en praktische ervaring verbetering van de draagkracht van veengrasland ook bereikt zou kunnen worden door middel van een diepere ontwatering, ontstond behoefte aan een proefobject waar bij overigens gelijke omstandigheden het effect van een diepere ontwatering vergeleken zou kunnen worden met dat van bezanden. Er werd meer inzicht gewenst omtrent de factoren die het criterium bepalen voor het al of niet toepassen van een bepaalde maatregel van verbetering.

In de veenveide polders kwam de mogelijkheid van diepere ontwatering ofwel verlaging van het polderpeil tot dusver niet aan de orde

vanwege een algemene vrees voor klink en indroging van het veen. In de Drentse strooengebieden werd echter in ruilverkavelingsverband met succes de draagkracht van veengrasland (madeland) verbeterd door middel van een dieper en beter beheerste ontwatering. Overigens wordt deze methode in het buitenland algemeen toegepast.

Een belangrijke factor bij de keuze van een bepaalde maatregel van verbetering zijn de kosten van uitvoering. De totale kosten van bezanden inclusief herinsaa en bedragen bij het prijsniveau van 1968 ca. f 2000,- per ha. De kosten van een poldepeilverlaging van 0,30 m kunnen op ca. f 600,- per ha. worden gesteld (Nota nr 523, LIEKLEHSTAN, 1969). Hierbij bestaan de werkzaamheden hoofdzakelijk uit het op diepte brengen van sloten, het verwerken van vrijkomende grond ($0,5 \text{ m}^3/\text{m}^1$) en het aanbrengen van afsluitingen in de vorm van houten damwanden of gronddammen. Indien aanvullende maatregelen worden vereist als bijvoorbeeld toepassing van drainage dan kunnen de kosten oplopen tot ca. f 1200,- per ha. bij een drainafstand van 20 à 25 m.

Bij deze verhouding van kosten gaat speciale interesse uit naar het effect van de onderscheiden maatregelen ten opzichte van de draagkracht, fysieke bodemveranderingen, zakking van maaiveld, brute grasproductie en de netto wilde opbrengst.

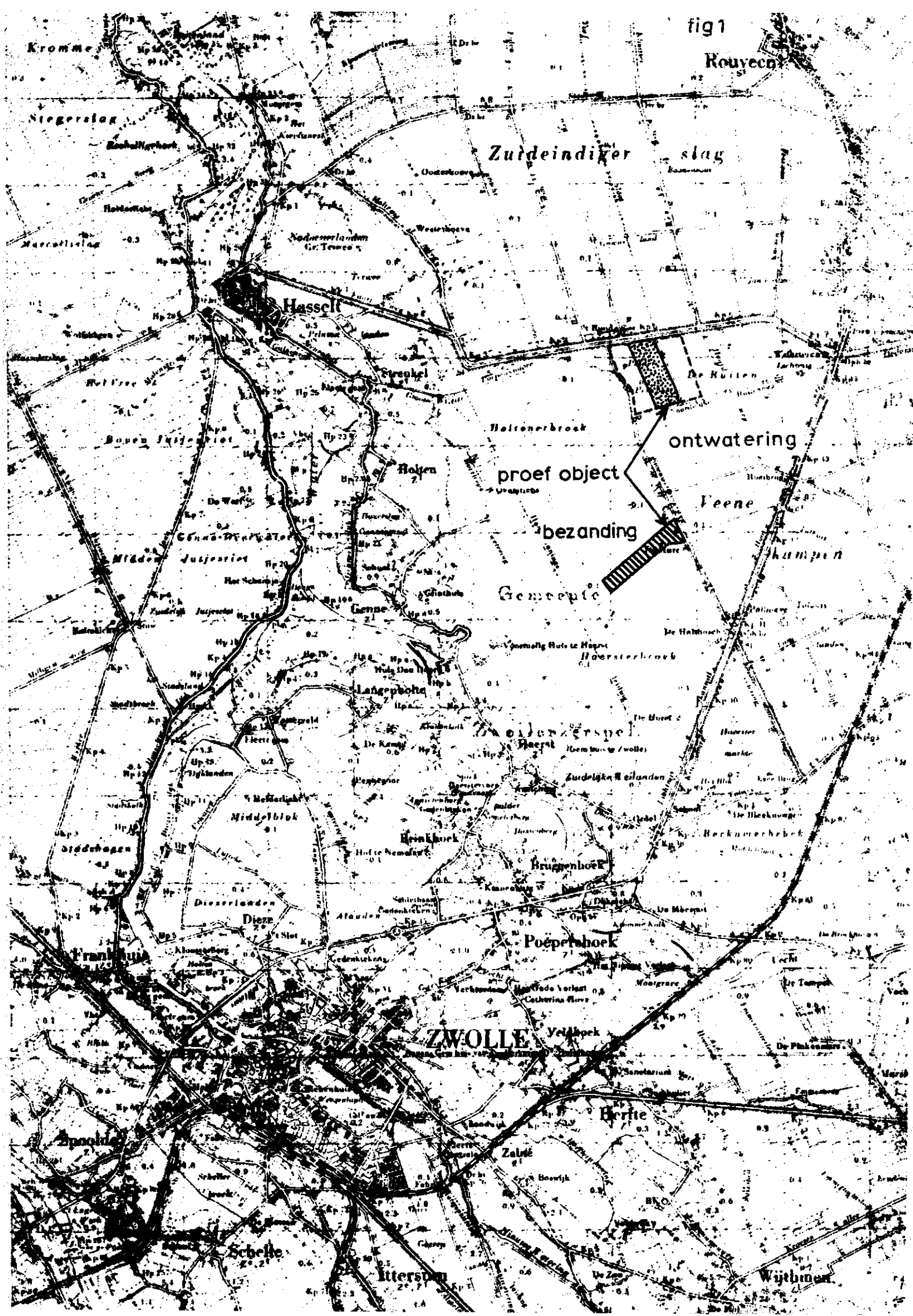
Het effect van bezanden werd bestudeerd op een proefobject in het ruilverkavelingsgebied Haerst-Genne (fig. 1) waarvan de resultaten zijn beschreven in nota nr 485 (SCHOTHORST, 1968).

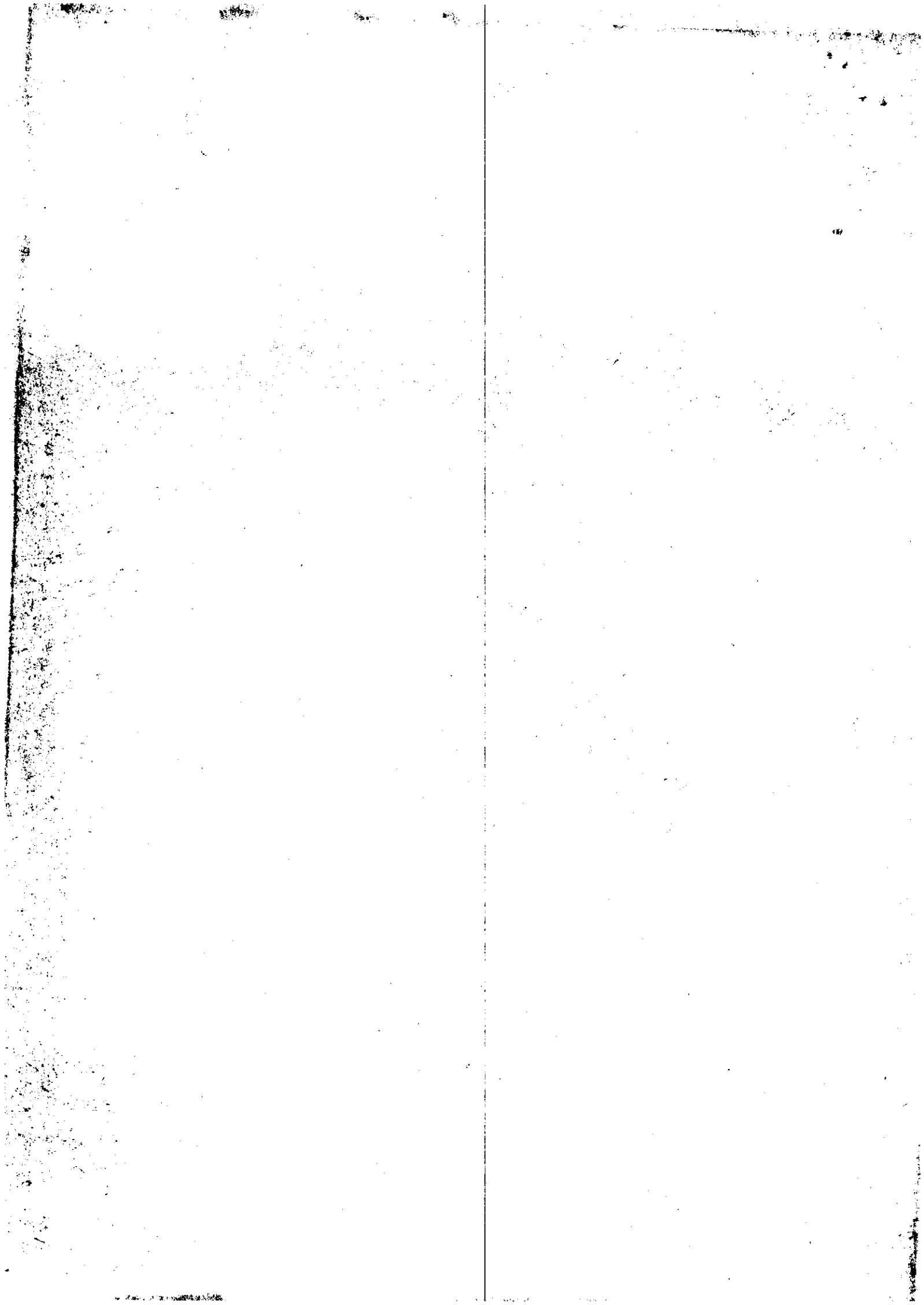
Om reeds genoemde redenen werd dus een sterke behoefte gevoeld aan een proefobject voor diepere ontwatering.

Het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding werd daartoe door de Rijkslandbouwconsulent van W. Overijssel verzocht de organisatie van een dergelijk proefobject op zich te nemen en met medewerking van het R.L.C. het onderzoek te verrichten en de verslaggeving te versorgen.

Het een en ander resulteerde in 1964 in de aanleg van een proefobject op het bedrijf van A. Kanis te Lichtmis, gelegen halverwege de weg Zwolle-Meppe, ten zuiden van de Dedensvaart (fig. 1).

fig 1





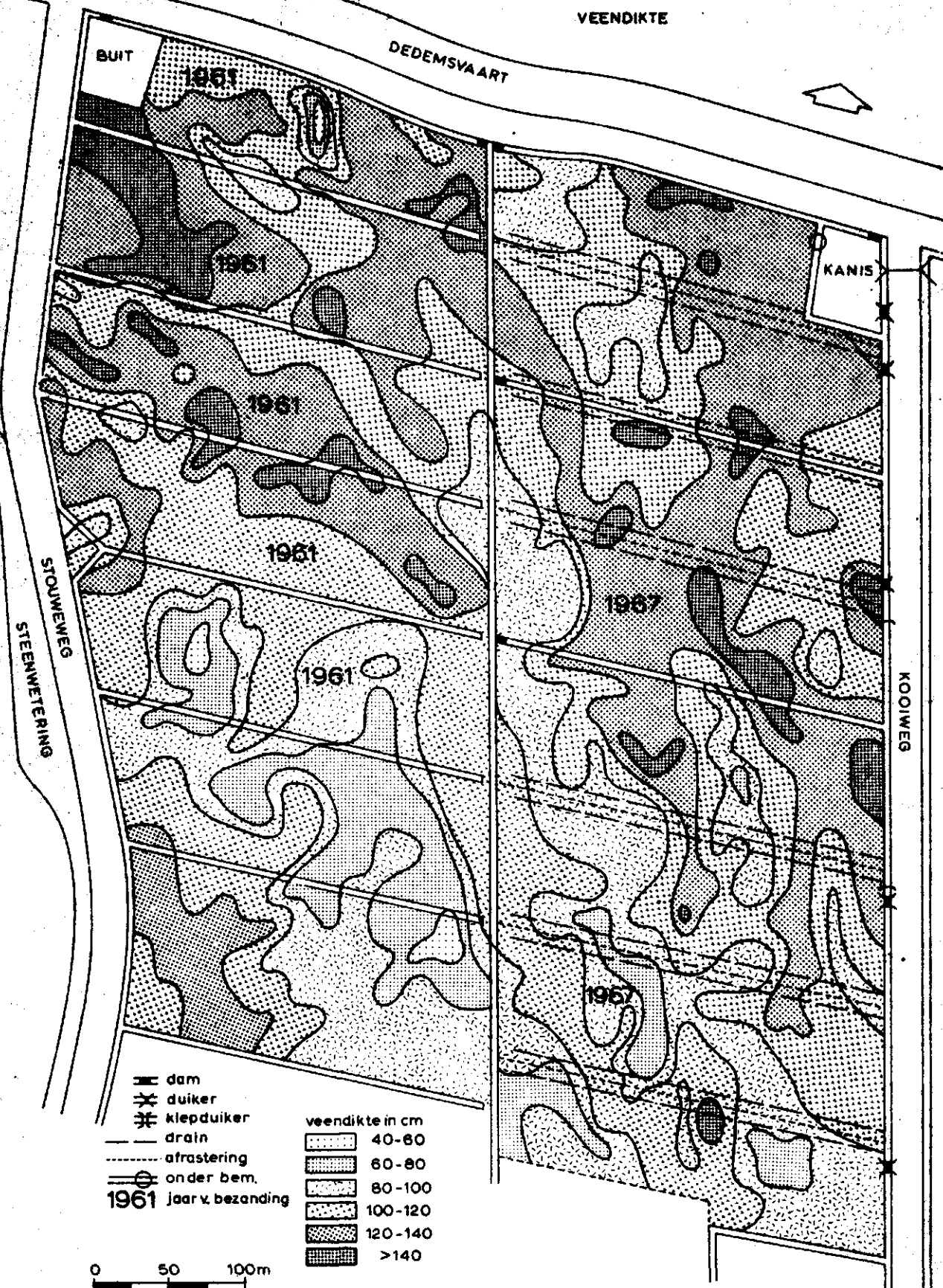
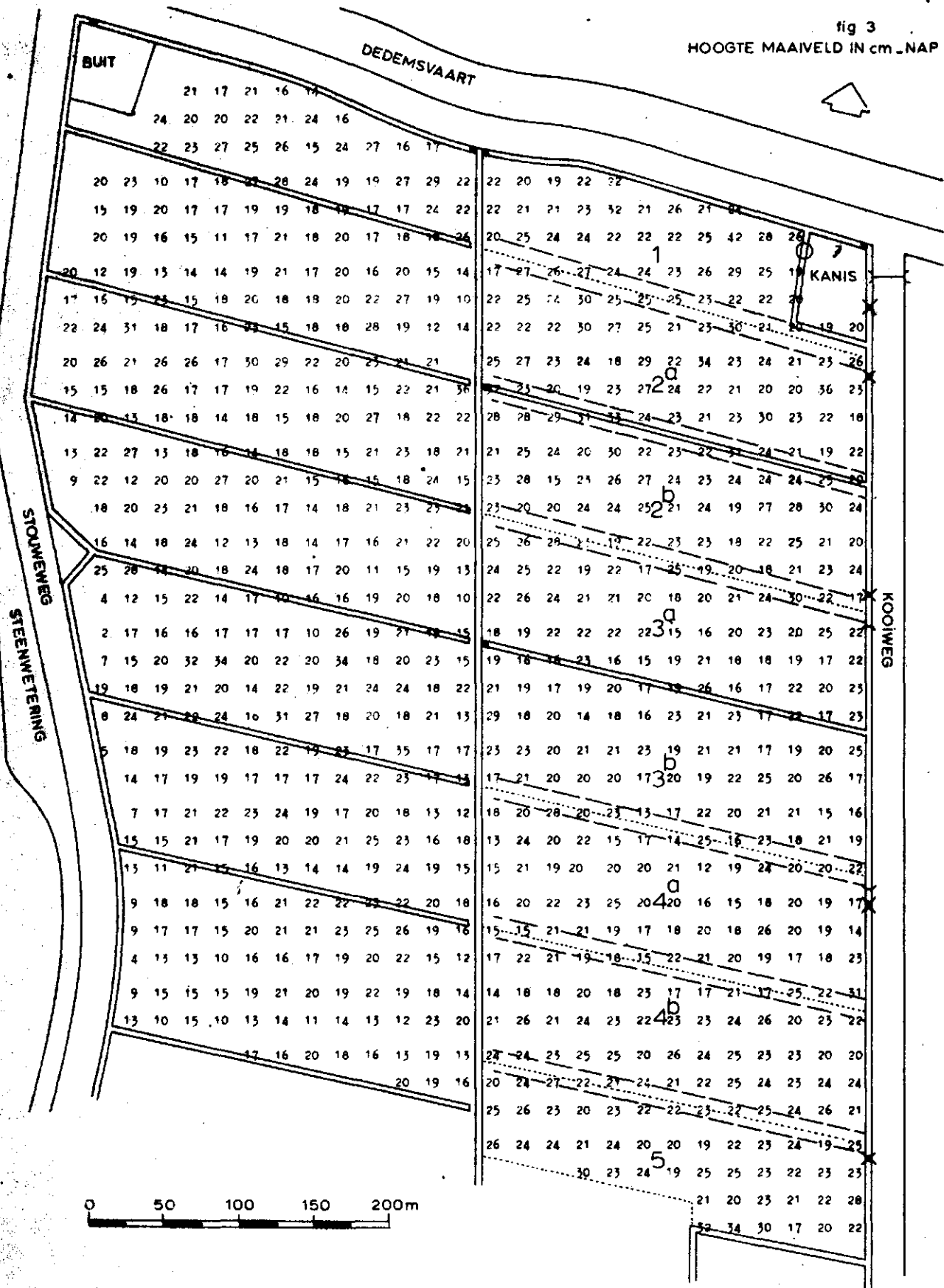


fig 3
HOOGTE MAAVELD IN cm -NAP



Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding

VERSLAG VAN EEN PROEFOBJECT VOOR DIEPERE
ONTWATERING VAN VEENGRASLAND IN N.W. OVERIJSEL

C.J. Schothorst en J. Beuving

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

I N H O U D.

	blz.
INLEIDING	1
ALGEMEENE GEGEVENS	3
HET ONTWERP EN UITVOERING VAN HET PROEFOBJECT (fig. 4)	3
DE OPTIMALE DRAIN- EN SLOOTAFSTAND VOLGENS DIVERSE FORMULES	7
HET EFFECT VAN DE SLOOT- PEILVERLAGING OP DE GRONDWATERSTAND	8
DE RELATIE 'STIJGHOOGTE EN AFVOER' BIJ DRAINREKENEN EN SLOTEN	10
DE AFVOER GEDIFFERENTIEERD NAAR NEERSLAG EN KWEL	17
DE KOSTEN VAN ONDEREEMALING	20
DE VOCHTHEUISHOUDING	21
DRAAGKRACHT	22
ZAKKING VAN MAAVELD	33
BRUTO-OPBRENGST	34
DE NETTO-OPBRENGST	35
SAMENVATTING	38
CONCLUSIE	40

INLEIDING

Op 15 november 1963 werd op initiatief van de Rijkslandbouwconsulent voor West-Overijssel een bespreking georganiseerd betreffende de mogelijkheden voor het aanleggen van een proefobject voor diepe ontwatering van veengrasland. Hiertoe werden behalve leden van het Rijkslandbouwconsulentschap als geïnteresseerden de Provinciale Directie van de Cultuurtechnische Dienst en het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding uitgenodigd.

Er werd een sterke behoefte gevoeld aan een dergelijk proefobject in het veenweidegebied westelijk van de weg Zwolle-Merpel, daar in dit gebied een onvoldoende draagkracht van de grond in natte perioden een algemeen voorkomend euvel vormt. Het is hier een urgent probleem.

In het ruilverkavelingsgebied 'Heerst-Genne' werd binnen het kader van boerderijverplaatsing in belangrijke mate en met veel succes de draagkracht van veengrasland verbeterd door middel van bezanden met de grondvrijzel.

Daar op theoretische gronden en praktische ervaring verbetering van de draagkracht van veengrasland ook bereikt zou kunnen worden door middel van een diepere ontwatering, ontstond behoefte aan een proefobject waar bij overigens gelijke omstandigheden het effect van een diepere ontwatering vergeleken zou kunnen worden met dat van bezanden. Er werd meer inzicht gewenst omtrent de factoren die het criterium bepalen voor het al of niet toepassen van een bepaalde maatregel van verbetering.

In de veenweide polders kwam de mogelijkheid van diepere ontwatering ofwel verlaging van het polderpeil tot dusver niet aan de orde

vanwege een algemene vrees voor klink en indroging van het veen. In de Drentse stroomegebieden werd echter in ruilverkavelingsverband met succes de draagkracht van veengrasland (madeland) verbeterd door middel van een dieper en beter beheerste ontwatering. Overigens wordt deze methode in het buitenland algemeen toegepast.

Een belangrijke factor bij de keuze van een bepaalde maatregel van verbetering zijn de kosten van uitvoering. De totale kosten van besanden inclusief herinbaai enz. bedragen bij het prijsniveau van 1968 ca. f 2000,- per ha. De kosten van een poldepeilverlaging van 0,30 m kunnen op ca. f 600,- per ha. worden gesteld (Nota nr 523, IJCKELHESTAN, 1969). Hierbij bestaan de werkzaamheden hoofdzakelijk uit het op diepte brengen van sloten, het verwerken van vrijkomende grond ($0,5 \text{ m}^3/\text{m}^1$) en het aanbrengen van afsluitingen in de vorm van houten diuwanden of grondsluizen. Indien aanvullende maatregelen worden vereist als bijvoorbeeld toepassing van drainage dan kunnen de kosten oplepen tot ca. f 1200,- per ha. bij een drainafstand van 20 à 25 m.

Bij deze verhouding van kosten gaat speciale interesse uit naar het effect van de onderscheiden maatregelen ten opzichte van de draagkracht, fysische bodemveranderingen, zakking van maaiveld, brute grasproduktie en de netto wijde opbrengst.

Het effect van besanden werd bestudeerd op een proefobject in het ruilverkavelingsgebied Haerst-Genne (fig. 1) waarvan de resultaten zijn beschreven in nota nr 485 (SCHOTHORST, 1968).

Om reeds genoemde redenen werd dus een sterke behoefte gevoeld aan een proefobject voor diepere ontwatering.

Het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding werd daartoe door de Rijkslandbouwconsulent van W. Overijssel verzocht de organisatie van een dergelijk proefobject op zich te nemen en met medewerking van het R.L.C. het onderzoek te verrichten en de verslaggeving te verzorgen.

Het een en ander resulteerde in 1964 in de aanleg van een proefobject op het bedrijf van A. Kants te Lichtmis, gelegen halverwege de weg Zwolle-Meppel, ten zuiden van de Dedemsvaart (fig. 1).

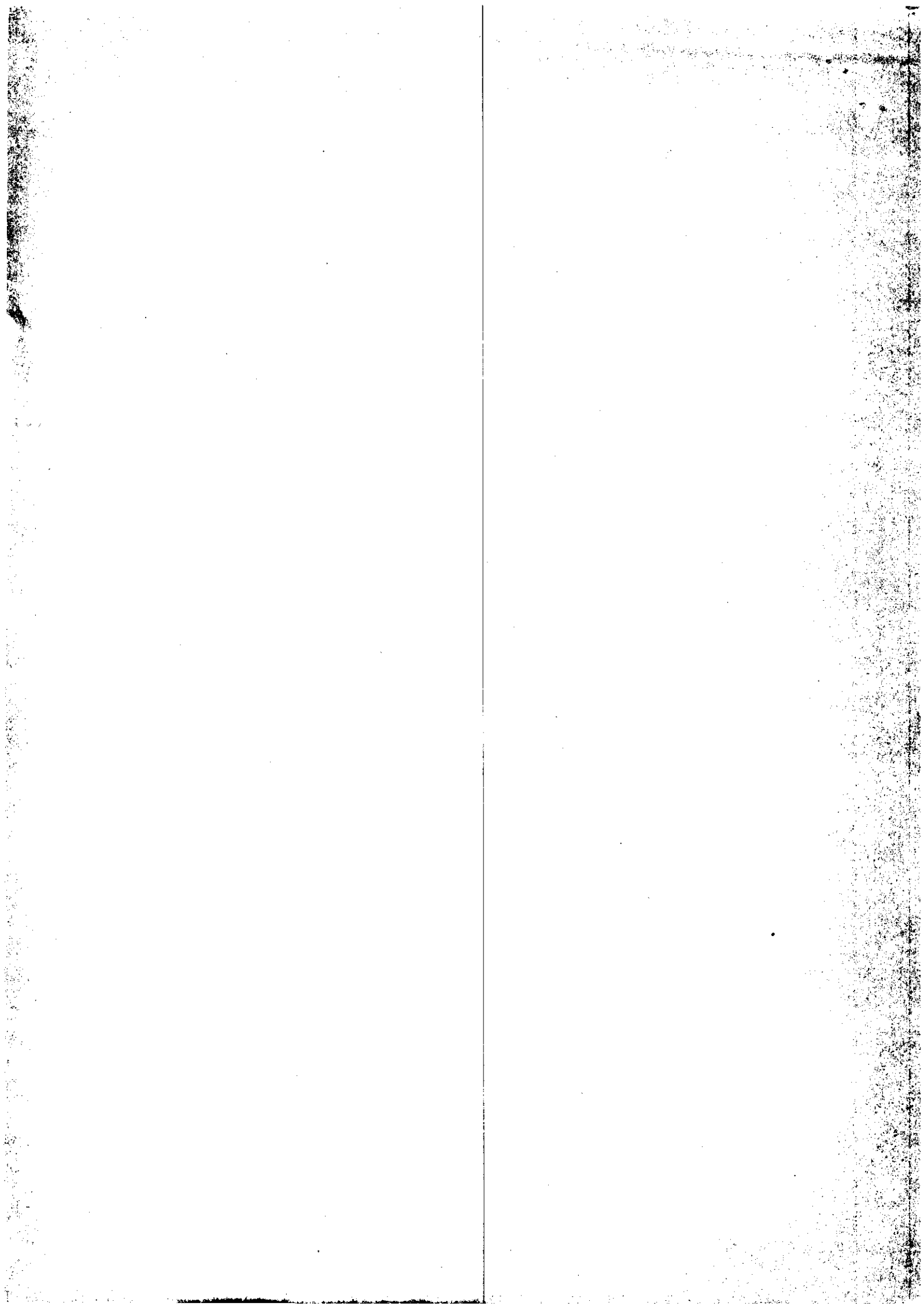


fig1

Rouveen

Zuideindiger slag

Hasselt

Haltenerbroek

ontwatering

proef object

bezanding

Veene

kampen

Gemeente

De Voormalig Ruitte Maars
Haversterbroek

De Oude Maars
Haverster

Zuideindig eilanden

Bruggenhoek

Poepershoek

Yellhoek

ZWOLLE

Herrie

Zalst

Wijthmen

Ijtersum

Schelle

Frankrijk

Dierse landen

Middelblok

Stadland

Hot Schiedje

Genne-Wierdster

Boven IJsselst

Haltenerbroek

Nadervandam

Niegerslag

Kromme

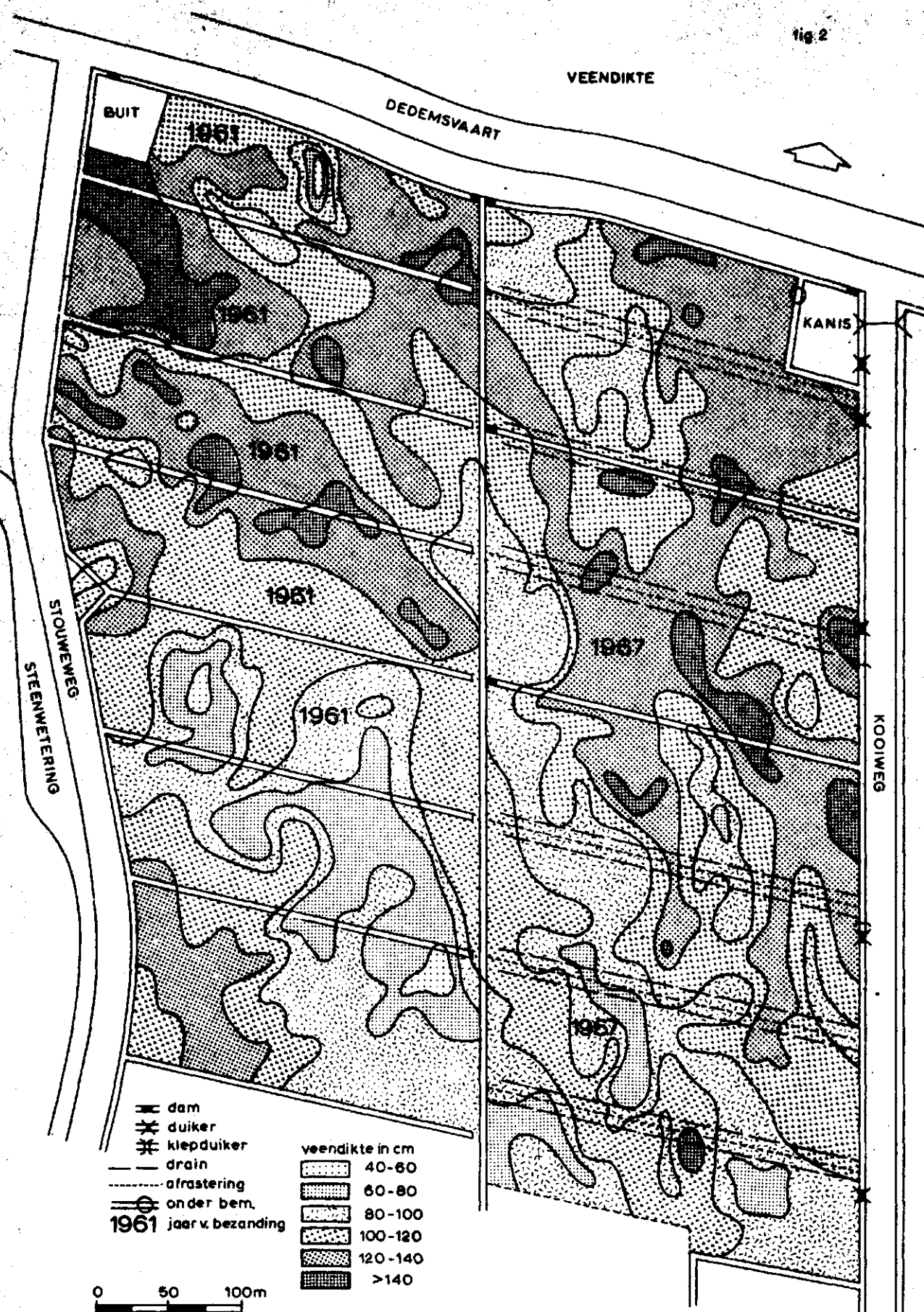
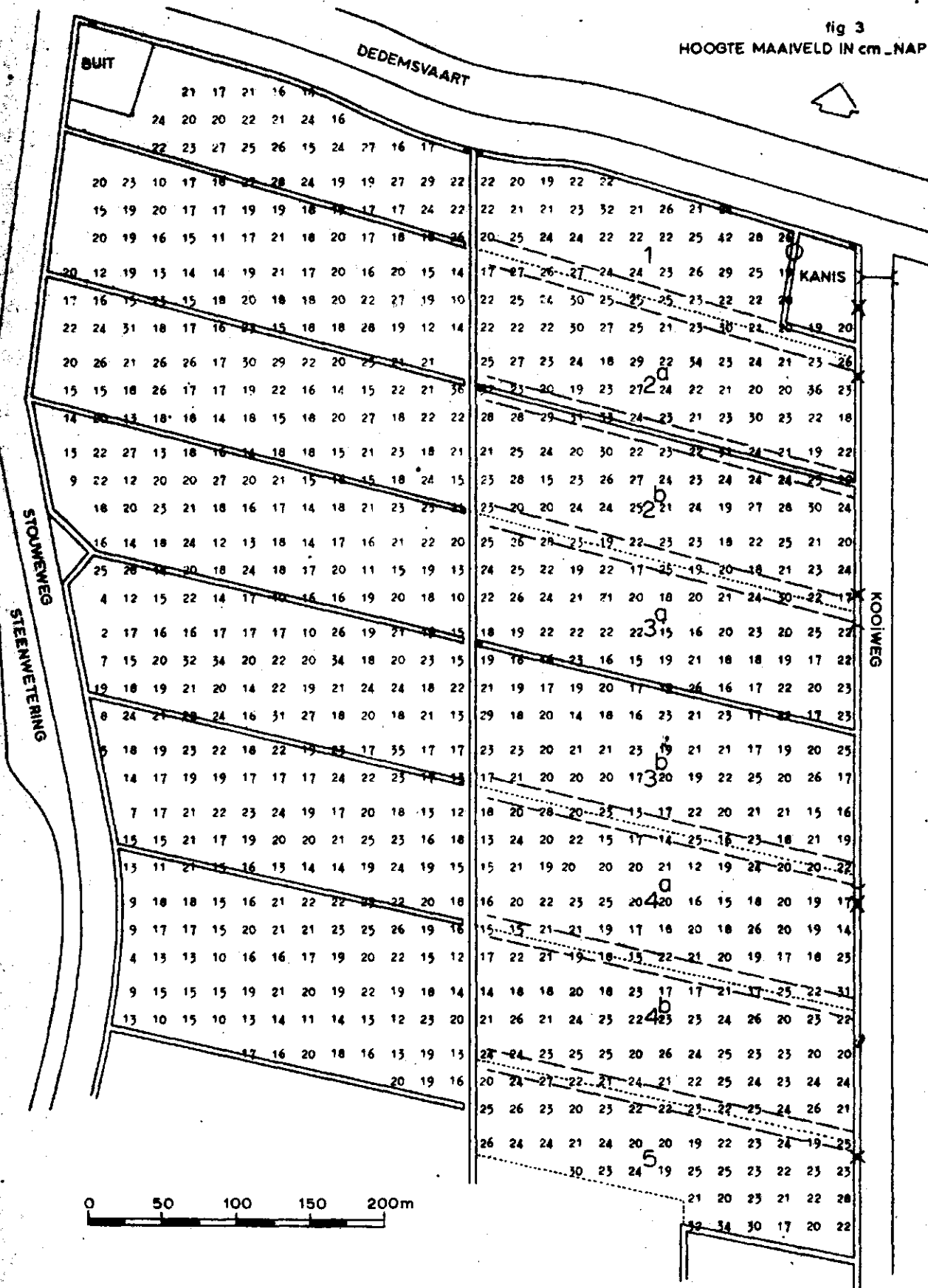


fig 3
HOOGTE MAAVELD IN cm_NAP



ALGEMENE GEGEVENS

De keuze van het object viel op het bedrijf van A. Kanis vanwege een grote bereidwilligheid van de toekomstige proefveldhouder om aan een dergelijke proef mee te werken, de goede overeenkomst van de bodemgesteldheid en waterhuishoudkundige toestand met de bezande veengronden in het aangrenzende ruilverkavelingsgebied van Haerst-Genne, de sterke behoefte aan verbetering van de draagkracht en de gunstige grootte en ligging van de als proefobject te gebruiken kavel. Het betreft de oostelijke kavel van de 2 kavels waarop de veendikte- en hoogtekaart betrekking hebben (fig. 2 en 3).

Het bodemprofiel bestaat vanaf maaiveld uit sterk veraard broekveen (zeggeveen + hout) op een zandondergrond. De dikte van de veenlaag varieert als gevolg van het grillige relief van de zandondergrond van 0,50 m tot 1,50 m. Gemiddeld is de dikte ca. 1,10 m (zie veendiktekaartje, fig. 2). Een mineraal dek is praktisch niet aanwezig. Het organisch stofgehalte van de zodelaag bedraagt 65 à 70 %. Volgens een zeer gedetailleerde, in 1964 uitgevoerde waterpassing varieert de hoogteligging van het maaiveld van 0,10 tot 0,30 m - N.A.P. (zie hoogtekaartje, fig. 3). De hoogte van de zandondergrond wisselt van 0,75 tot 1,75 m - N.A.P.

Het object ligt in het Waterschap 'De Noorder Vechtdijken'. Het polderpeil wordt gehandhaafd op ca. 0,50 m - N.A.P., zodat de droogligging van het proefobject bij een gemiddelde hoogte van 0,20 m - N.A.P. 0,30 m bedraagt.

Bij deze omstandigheden is de draagkracht van de grond in natte perioden algemeen zeer slecht. Vertrapping van de zode is een regelmatig terugkerend verschijnsel. De onberijdbaarheid in de natte perioden vormt een ernstig bezwaar bij de exploitatie van dit bedrijf.

HET ONTWERP EN UITVOERING VAN HET PROEFOBJECT (fig. 4)

Het proefobject vormt één grote kavel van 840 bij 270 m, zodat de totale oppervlakte ruim 22 ha bedraagt. Aan de oostelijke lange zijde wordt de kavel begrensd door een onverharde zandweg die dienst doet als bedrijfsweg voor 2 aangrenzende bedrijven. Deze weg is eigendom en in beheer van het waterschap.

De kavel wordt in de breedterichting slechts door 2 sloten A en B doorsneden die tezamen een oppervlakte van ca. 4 ha insluiten. Deze oppervlakte is door middel een draad-afrostering in 2 percelen van 2 ha verdeeld, zodat de gebruikseenheid met een lengte van 270 bij 80 m ruim 2 ha bedraagt. Met deze oppervlakte als uitgangspunt was het vrij eenvoudig binnen de kavel 6 percelen van ca. 2 ha te vormen, zodat de gehele proef met 3 varianten in slootpeil in duplo aangelegd zou kunnen worden.

Het probleem was echter het feit dat de begrenzing van de percelen bij een breedte van 80 m slechts in 2 van de 7 gevallen uit een sloot zou bestaan, hetgeen gezien de ontwateringstoestand absoluut onvoldoende zou zijn. Terwille van een goede vergelijkbaarheid van de percelen onderling wat betreft de ontwatering zou het graven van 5 sloten met een totale lengte van 1350 m noodzakelijk zijn. De kosten hiervan kunnen op f 6,-/m¹ worden gesteld.

Als hoofddoel van dit proefobject werd de bestudering van het effect van slootpeilverlaging primair gesteld als zijnde de meest urgent maatregel tot verbetering van de draagkracht.

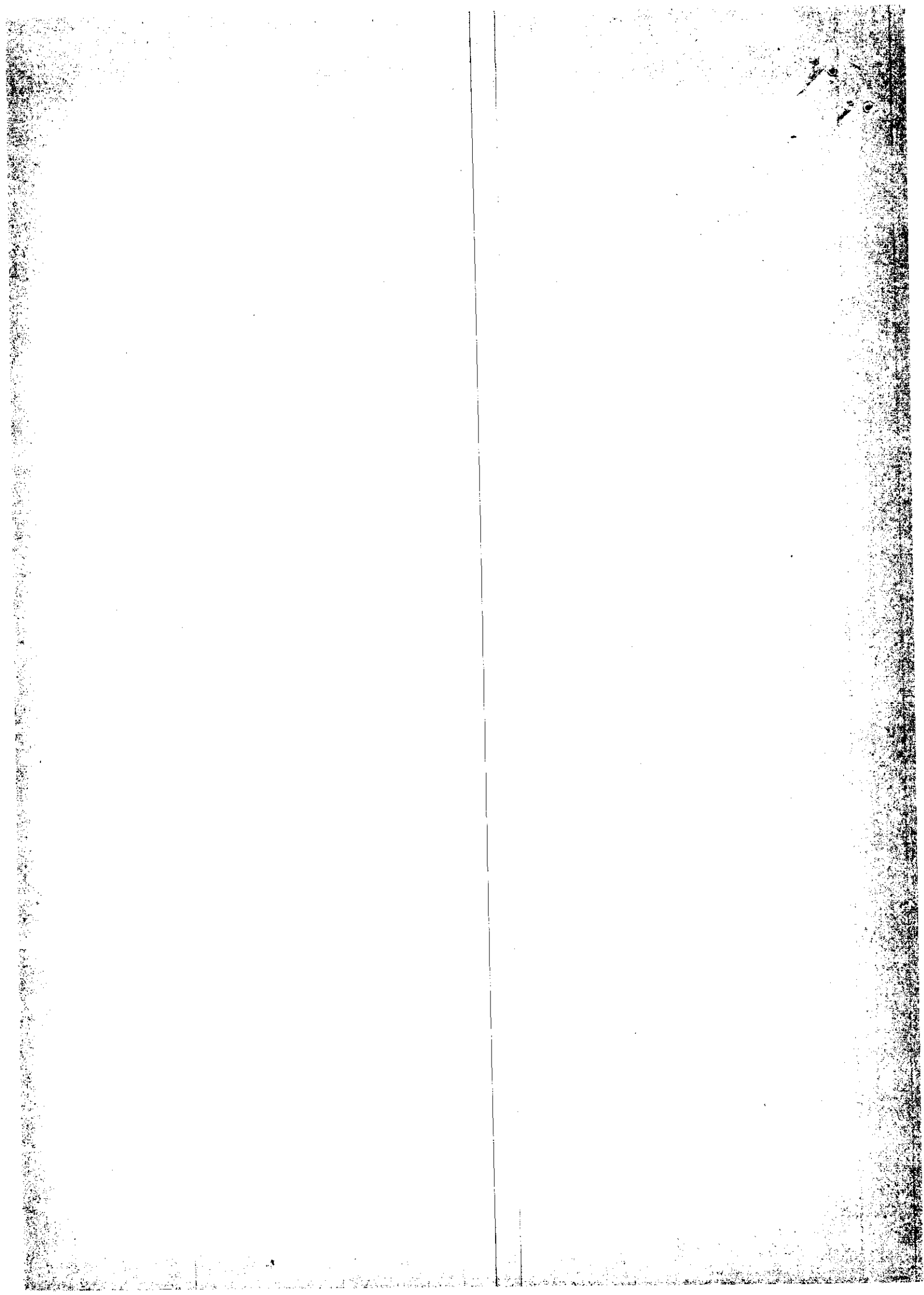
Indien het mogelijk zou zijn een voldoende draagkracht te bereiken met slootpeilverlaging zonder aanvullende maatregelen als bijvoorbeeld drainage dan zou met een investering van ca. f 600,- per ha volstaan kunnen worden in plaats van f 2000,- wat het bezanden zou kosten.

Om deze reden was het noodzakelijk op de perceelsgrenzen een ontwateringssysteem aan te brengen zodanig dat de afvoercapaciteit voor alle percelen gelijk zou zijn. Dit is enerzijds mogelijk door het graven van nieuwe sloten, anderzijds door middel van buisdrainage. Aan het systeem met buisdrainage moet dan de eis gesteld worden dat bij gelijke hoogte van het freatisch vlak de afvoer gelijk is aan die van de bestaande sloten.

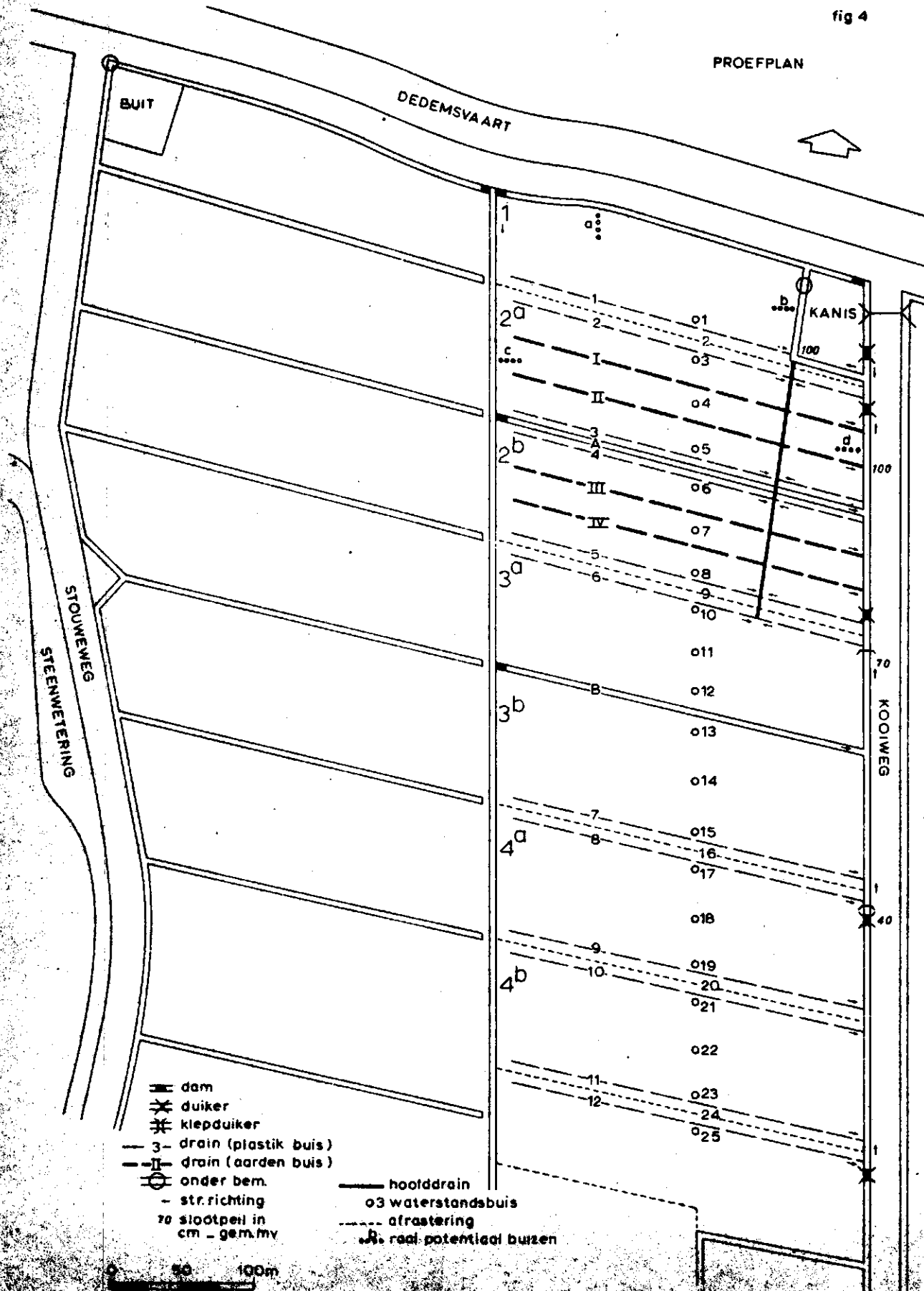
Volgens berekeningen met de formule van Hooghoudt (zie volgend hoofdstuk) verhoudt de drain- tot de slootafstand zich als 1:1,5, zodat 2 drainreeksen ruim voldoende zouden moeten zijn om de afvoer van een sloot te vervangen.

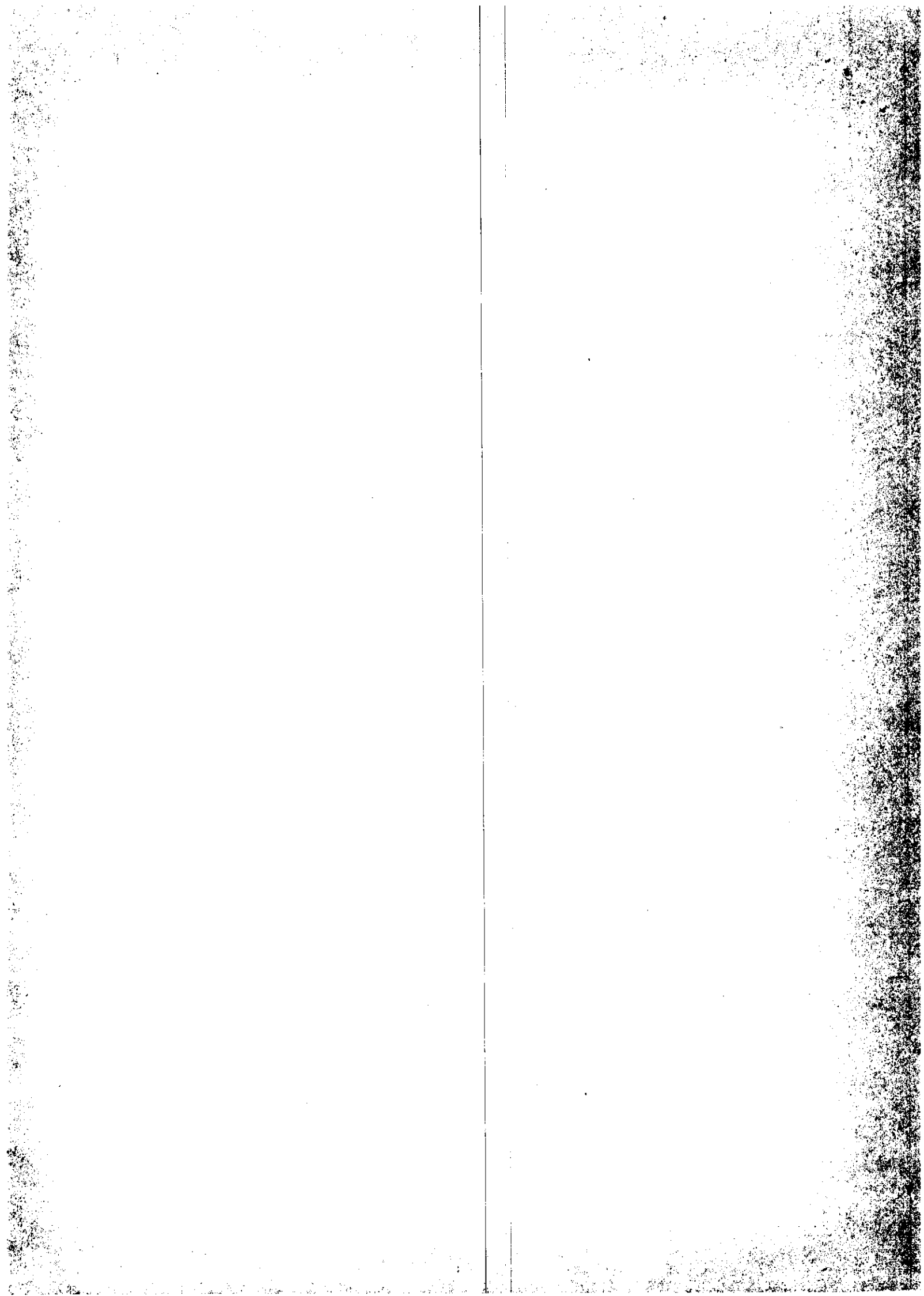
Bij deze berekening is de natte omtrek (u) voor de drain op 0,10 m en voor de sloot op 1,00 m aangehouden.

De kosten van dit systeem kunnen op f 4,-/m¹ worden gesteld, dat is 2/3 van de kosten van nieuwe sloten, afgezien van andere nadelen van sloten als landverlies en hogere kosten van onderhoud.



PROEFPLAN





Het hier toegepaste drainage-systeem geldt dus uitsluitend ter vervanging van slootafvoeren en niet als een optimaal ontwateringssysteem. In dat geval zouden bij een vereiste drainsafstand van 20 à 10 m 3 respectievelijk 7 reeksen extra benodigd zijn per perceel.

De 2 één sloot vervangende paarreeksen werden in het plan op 5 m afstand weerszijde van de afrostering geprojecteerd zodat de onderlinge afstand 10 m bedraagt (zie fig. 4). Ook weerszijden van sloot A werd een drainreeks geprojecteerd om eventueel deze sloot te kunnen laten vervallen.

Als afvoersloot werd de sloot aan de oostzijde, langs de polderweg, gekozen in verband met aansluiting op de onderbemaling van het aangrenzende bedrijf van Kamphuis. De scheisloot aan de westzijde van het proefobject moest om redenen van juridische aard op polderpeil worden gehandhaafd.

De pomp voor de onderbemaling diende in verband met de aansluiting op het electriciteitsnet geplaatst te worden nabij het bedrijfsgebouw, zodat op de Dedemsvaart kon worden uitgemalen.

Op grond van bovengenoemde overwegingen en praktische mogelijkheden werden 3 proefvakken ontworpen met verschil in slootpeil elk bestaande uit 2 percelen van ca. 2 ha oppervlakte, namelijk:

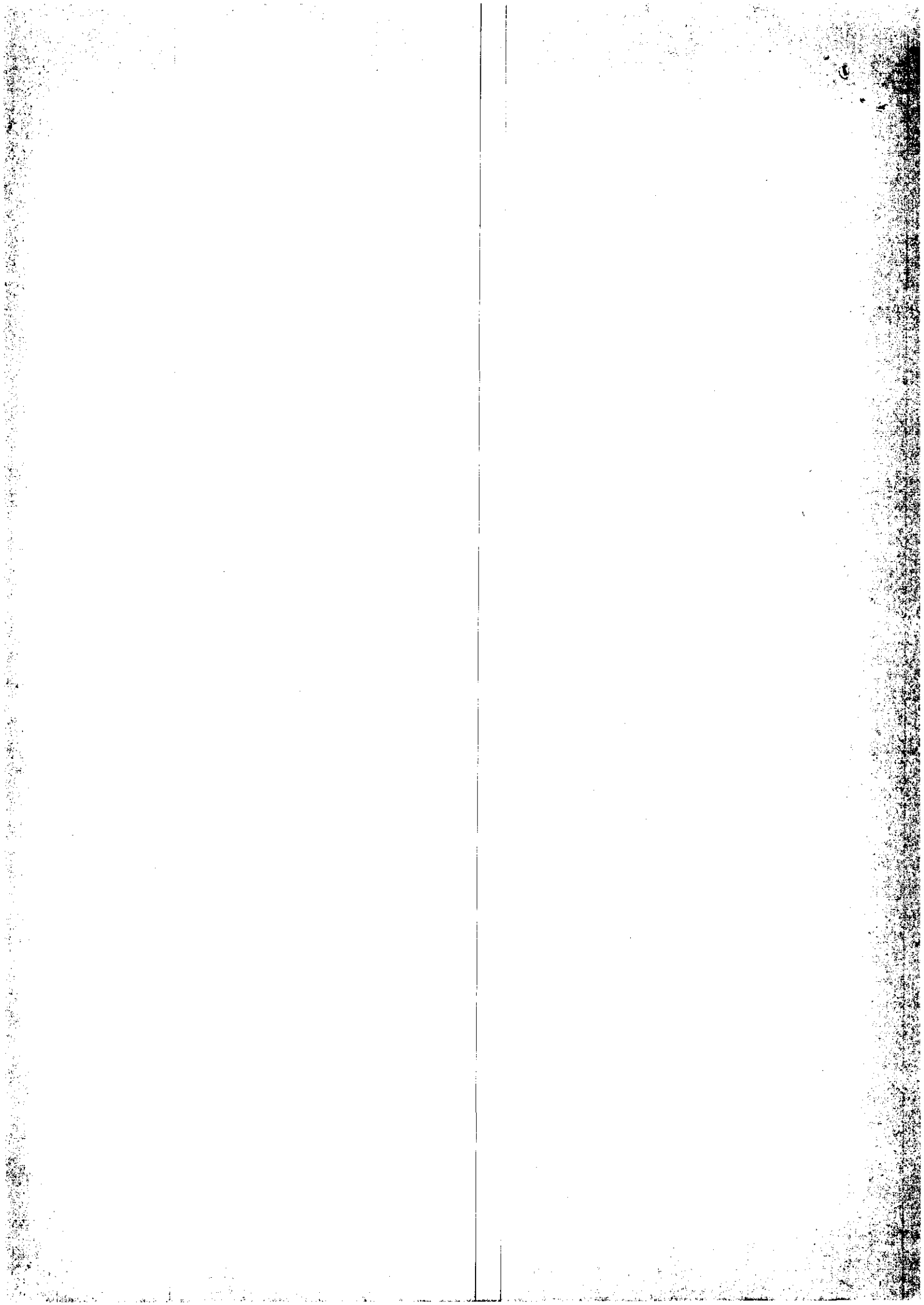
perceel 2a en 2b	slootpeil	1,00 m - m.v. = 1,20 m - N.A.P.
perceel 3a en 3b	slootpeil	0,70 m - m.v. = 0,90 m - N.A.P.
perceel 4a en 4b	slootpeil	0,40 m - m.v. = 0,60 m - N.A.P.

Het slootpeil van 0,60 m - N.A.P. ligt 0,10 m beneden het polderpeil. De percelen 4a en 4b kunnen in dit verband echter als nul-object worden beschouwd. De peilen binnen het proefvak zouden zomer en winter constant worden gehouden.

In de afvoersloot langs de weg worden 2 houten stuwjes aangebracht om de gewenste peilen in proefvak 3 respectievelijk 4 te kunnen handhaven.

De drains in proefvak 2 werden op 0,90 m - m.v. gelegd en die in proefvak 4 op 0,60 m - m.v. Deze laatste liggen derhalve beneden de slootwaterspiegel. Een diepere ligging leek ongewenst, omdat in dat geval de buizen met hun uitmonding in bagger komen te liggen en spoedig vervuiling verwacht zou kunnen worden. De reeksen in proefvak 4 zouden in droge perioden tevens een infiltrerende invloed kunnen uitoefenen.

In verband met de ligging van de afvoersloot langs een weg in beheer en onderhoud bij de polder werden van deze zijde bepaalde eisen



gesteld aan het talud ter bescherming van de weg. Dit hield in dat voor het proefvak met een slootpeil van 1,00 m - m.v. Waar de slootbodem de zandondergrond aansnijdt een betuining aangebracht zou moeten worden hetgeen de kosten in zeer sterke mate zou verhogen.

Een aanzienlijk goedkopere oplossing werd gevonden door de afvoer-sloot om het erf met gebouwen heen te leiden en de 5 drainreeksen van het betreffende proefvak via een hoofddrain naar de pomp af te voeren (zie fig. 1). Hierdoor was het noodzakelijk over een afstand van 70 m een nieuwe sloot te graven.

Verder werd de aangrenzende kavel van Kamphuis op de onderbemaling aangesloten zodat de totale onderbemalen oppervlakte ongeveer 44 ha bedroeg. Hiervoor werd een Vopo-pomp geplaatst met de grootste capaciteit in het type verkrijgbaar, namelijk van 3 PK met een capaciteit van $150 \text{ m}^3/\text{uur}$ bij een opvoerhoogte van 1,80 m. Dit komt overeen met een afvoer van 8 mm/ha.

Dit plan werd in de winter van 1964/65 door de Koninklijke Nederlandse Heidenrij uitgevoerd.

De totale aanlegkosten van het proefobject met een oppervlakte van 13,5 ha, bedroegen inclusief honorarium, omzethelasting enz. als volgt:

uitzetten en ritsen	f 450,-
graven van nieuwe sloot waarbij de vrijkomende grond op de kant in depôt wordt geplaatst 235 m^3 à f 1,75	- 411,-
uitdiepen inclusief verwerken van grond van bestaande sloot 620 m^1 à f 2,35	- 1 457,-
drainage, plastic buis $\emptyset 0,05 \text{ m}$ 3120 à f 2,-, turfmoelmomhulling	- 6 240,-
drainage plastic buis $\emptyset 0,10 \text{ m}$ 180 m à f 4,75, turfmoelmomhulling	- 855,-
stapelwerk 100 m^2 à f 6,20	- 620,-
houten stuwjes, 2 stuks à f 662,50	- 1 325,-
huur zuig- en perspomp	- 100,-
afronding	- 42,-
Totaal	f 11 500,-

Bij een oppervlakte van 13,5 ha van het proefgedeelte bedragen de kosten f 850,-/ha. De kosten van de pomp inclusief aansluiting met kabel op het electriciteitsnet, krooshek en spoelbak zijn hierbij niet

inbegrepen. Deze kosten kwamen voor rekening van de proefveldhouder evenals het verplaatsen van afgravingen en het verwerken van de grond uit de nieuwe sloot. De kosten van de pomp met toebehoren slaan op een oppervlakte van 44 ha. Zij bedroegen ca. f 2500,- totaal.

DE OPTIMALE DRAIN- EN SLOOTAFSTAND VOLGENS DIVERSE FORMULES

Volgens de resultaten van een doorlatendheidsonderzoek bij 25 profielen in duplo verricht, werd voor het veen een gemiddelde k-factor berekend van 1,5 m/etmaal en voor de zandondergrond > 2,5 m/etmaal.

Bij toepassing van verschillende drainage-formules werden de volgende drainafstanden berekend:

a. Formule Hooghoudt

$$L^2 = \frac{8 k_o d h}{q} + \frac{4 k_b h^2}{q}$$

Hierbij is:

$$\begin{array}{llll} k_b = 1,5 & \text{m/etmaal} & k_o = 3 & \text{m/etmaal} & h = 0,5 \text{ m} \\ q = 0,007 \text{ m} & & r = 0,025 \text{ m} & & H = > 10 \text{ m} \end{array}$$

Berekening van de d-waarde met behulp van de tabellen van Hooghoudt geeft d = 4,6.

De drainafstand wordt dan 90 m.

Volgens de nomogrammen van VAN BEERS, gebaseerd op de formule van Hooghoudt is L = 100 m.

b. Formule Ernst

$$h = \frac{q L^2}{8 k D} + \frac{q L}{\pi k} \ln \frac{D}{u}$$

waarbij

$$D = 10 \quad u = 0,3$$

geeft bij berekening als resultaat L = 94.

Volgens de nomogrammen van VAN BEERS op deze formule gebaseerd is L = 100 m.

c. Formule van Wind

$$L = \frac{4 h}{c} k d g$$

In deze formule is de waterberging (β) expliciet betrokken. β kan voor veengrassland op 0,05 worden gesteld.

Vander is $h = 0,5$ $c = 0,024$ $d = 3$ $k = 1,5$ $\beta = 0,05$

Der is $L = 39$ m.

Volgens de berekeningen met de formules van Hooghoudt en Ernst zouden 2 drainreeksen met een onderlinge afstand van 10 m op de scheidingen van de percelen met een breedte van 80 m ruim voldoende moeten zijn.

Wanneer meer met de geringe waterberging van deze gronden wordt rekening gehouden wordt de drainafstand gehalveerd ofschoon ook in dit geval de afstand nog vrij ruim blijft.

Berekening van slootafstanden volgens de formule van Ernst waarbij de natte omtrek (u) op 1,20 m is gesteld in plaats van $u = 0,3$ bij drains levert een slootafstand van $L = 110$ m. Volgens het nomogram van Van Beers voor dezelfde formule is $L = 140$ m.

Het nomogram van Bouwmans geeft als $L = 105$ m.

Globaal gesteld kan men concluderen dat de verhouding van de berekende drain-slootafstand 1:1,5 bedraagt (drainafstand = 80 m, slootafstand = 120 m). Tot deze grote drainafstanden komt men als gevolg van de goede doorlatendheid van het veen en de sterke doorlatendheid en dikte van het watervoerende zandpakket.

HET EFFECT VAN DE SLOOT- PEILVERLAGING OP DE GRONDWATERSTAND

Eind januari 1965 kwamen de werkzaamheden gereed. De samengestelde drainage werd op de afvoersloot aangesloten zodat het proefobject in zijn geheel kon functioneren. De afvoersloot werd enige maanden tevoren reeds bemalen.

Eén dag voor de aansluiting van de samengestelde drainage (26-1-1965) werden in een serie van 25 waterstandsbuizen die over de gehele lengte van het proefobject waren geplaatst (zie fig. 4) de grondwaterstanden opgenomen. Deze opname werd na een week van bemalen herhaald. Het effect op de grondwaterstand wordt in fig. 5 weergegeven.

Uitgaande van de stelling dat het grondwaterniveau in de winterperiode niet beneden het golderpeil zakt, dat is in dit geval niet dieper dan tot 0,50 m - N.A.P. respectievelijk 0,30 m - m.v. dan kan men dit niveau als de oorspronkelijke toestand bij hydrostatisch evenwicht beschouwen.

fig 5

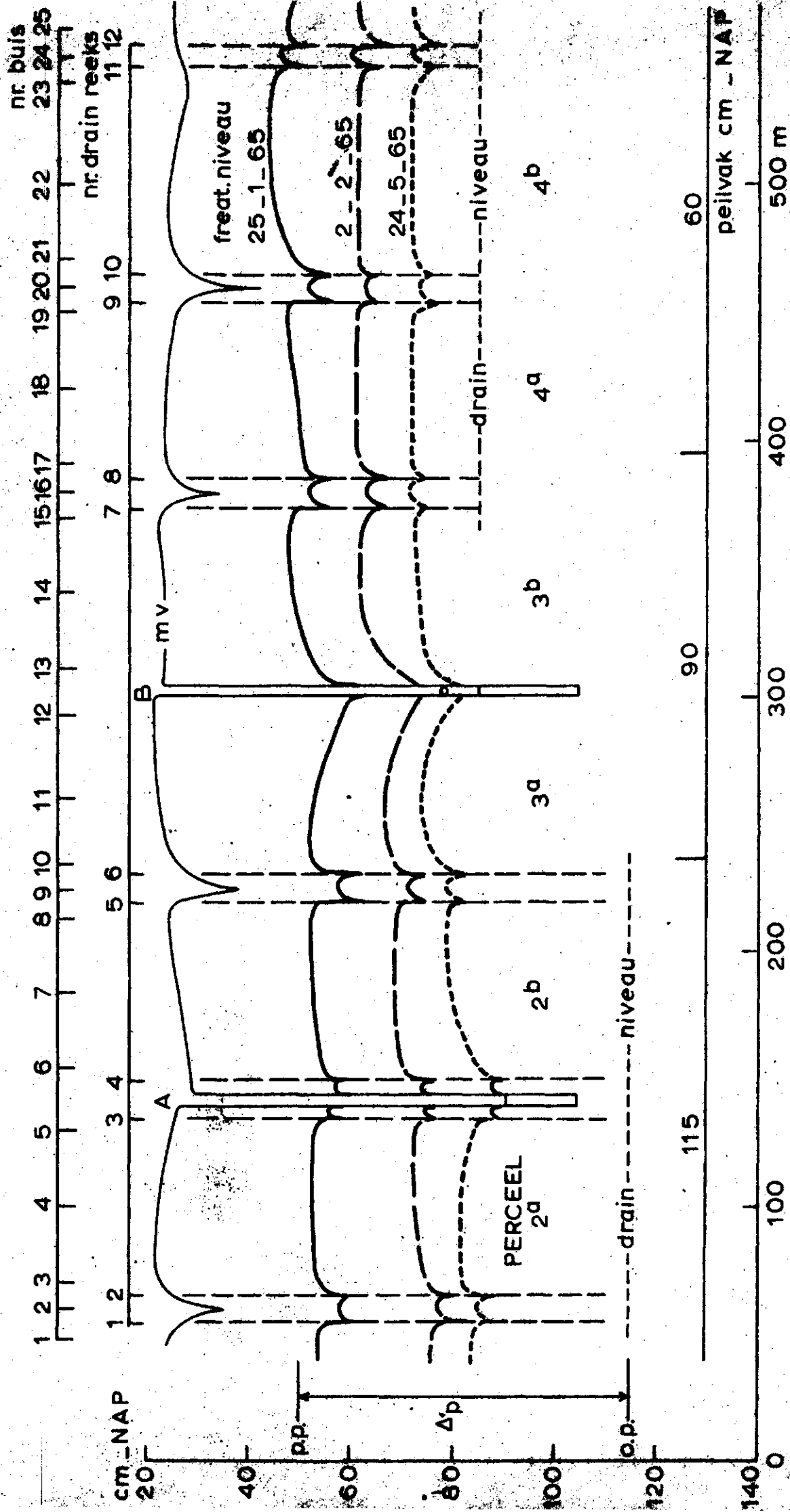


Fig. 5. Raaidoorsnede van het proefobject met verloop van het grondwaterniveau in de verschillende peilvakken in een natte resp. in een droge periode

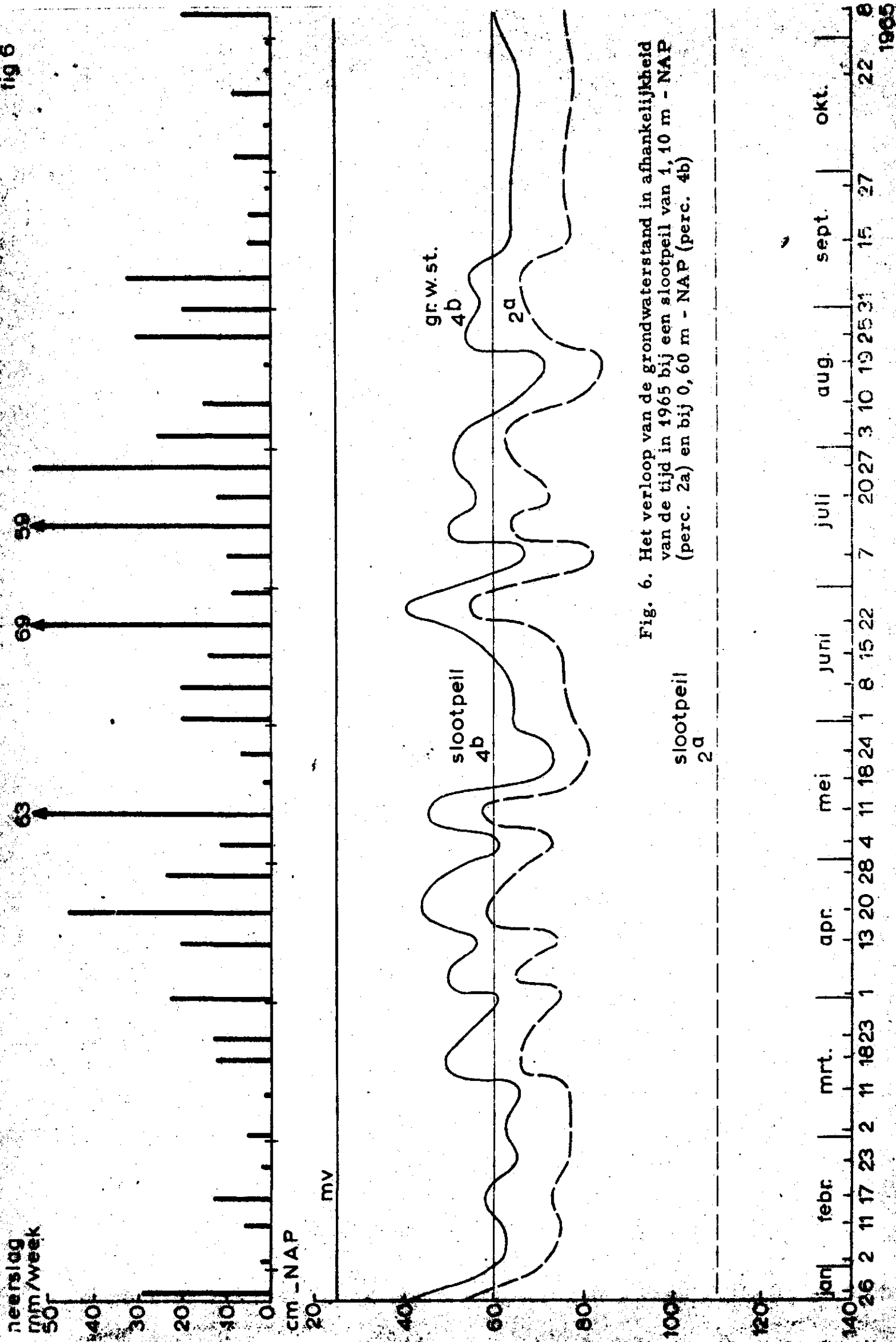


Fig. 6. Het verloop van de grondwaterstand in afhankelijkheid van de tijd in 1965 bij een slootpeil van 1, 10 m - NAP (perc. 2a) en bij 0, 60 m - NAP (perc. 4b)

Het bemalen van de afvoersloot vóór 25 januari blijkt bij een slootpeilverlaging van ca. 0,60 m slechts een potentiaalverschil van ca. 0,08 m in het grondwater tot gevolg gehad te hebben. In de week van 26 januari tot 3 februari viel geen neerslag van betekenis (2 mm) zodat op 2 februari min of meer van een hydrostatisch evenwicht kan worden gesproken. De drainage nam in deze periode dus zoals reeds vermeld aan het afvoerproces deel.

Het blijkt nu dat het freatisch vlak in proefvak 4a - 4b met een stuwpeil van 0,60 m - N.A.P. praktisch gelijk is aan dit stuwpeil. Het ligt dus 0,10 m beneden het oorspronkelijk niveau van vóór de proefaanleg. In proefvak 3a - 3b met een stuwpeil van 0,90 m - N.A.P., (peilverlaging is 0,40 m) zakt het freatisch vlak niet verder dan tot 0,65 m - N.A.P., terwijl het in proefvak 2a - 2b met een ontwateringspeil van 1,15 m - N.A.P. (peilverlaging is 0,65 m) niet verder zakt dan tot ca. 0,70 m - N.A.P.

Ondanks een slootpeilververschil van totaal 0,65 m blijkt het potentiaalverschil in het grondwater slechts 0,10 m à 0,15 m bedragen. Er blijft in proefvak 2a - 2b een stijghoogte ten opzichte van het slootpeil bestaan van 0,45 m. Dit is zelfs het geval op 10 m afstand van sloot A. Deze ligt op de scheiding van perceel 2a en 2b terwijl aan weerszijden van deze sloot op 5 m afstand een drainreeks is gelegd.

In fig. 6 wordt voor 1965 een overzicht gegeven van het beloop van het grondwaterniveau in afhankelijkheid van de tijd. Dit betreft perceel 2a (ontwateringspeil 1,15 m - N.A.P.) en perceel 3b (peil 0,60 m - N.A.P.), beide met een maaiveldhoogte van 0,25 m - N.A.P. Ook hier blijkt dat de lijnen in verband met de tijd geheel parallel verlopen met een constant potentiaalverschil van 0,10 tot 0,15 m. Verder blijkt dat de stijghoogte in de droge perioden van 1965 in perceel 1a niet verder afneemt dan tot 0,80 à 0,85 m en in perceel 3b niet verder dan tot 0,70 m - N.A.P. Het grondwaterniveau zakt slechts ca. 0,15 m ten opzichte van de situatie op 2 februari zowel wat betreft perceel 2a als perceel 4b.

In de droogste periode van 1965 zakte het grondwaterniveau op perceel 2a niet verder dan tot 0,65 m - m.v. Er bleef een overdruk ten opzichte van het slootpeil bestaan van ca. 0,30 m.

Anderzijds stijgen de grondwaterstanden in natte perioden op perceel 3b 0,20 m - m.v. en op perceel 1a tot 0,30 m - m.v. Deze situatie kwam in de regenrijke zomer van 1965 herhaaldelijk voor onder andere omstreeks 20 april, 11 mei, 29 juni, 14 en 28 juli. Er treedt dan

fig. 7

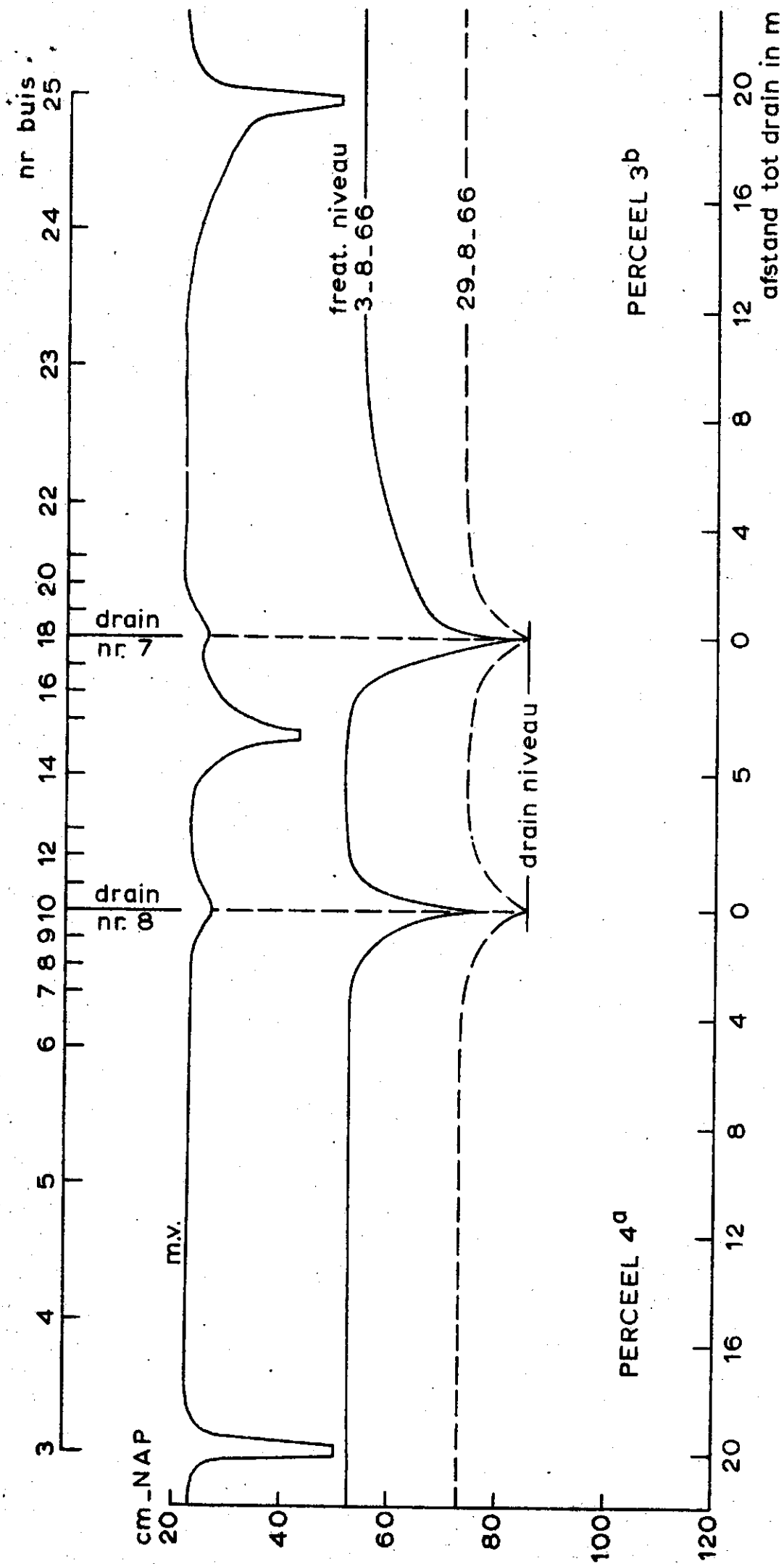


Fig. 7. Het effect van 2 enkelvoudige drainreeksen op de hoogte van het freatisch niveau in relatief natte perioden

fig 8

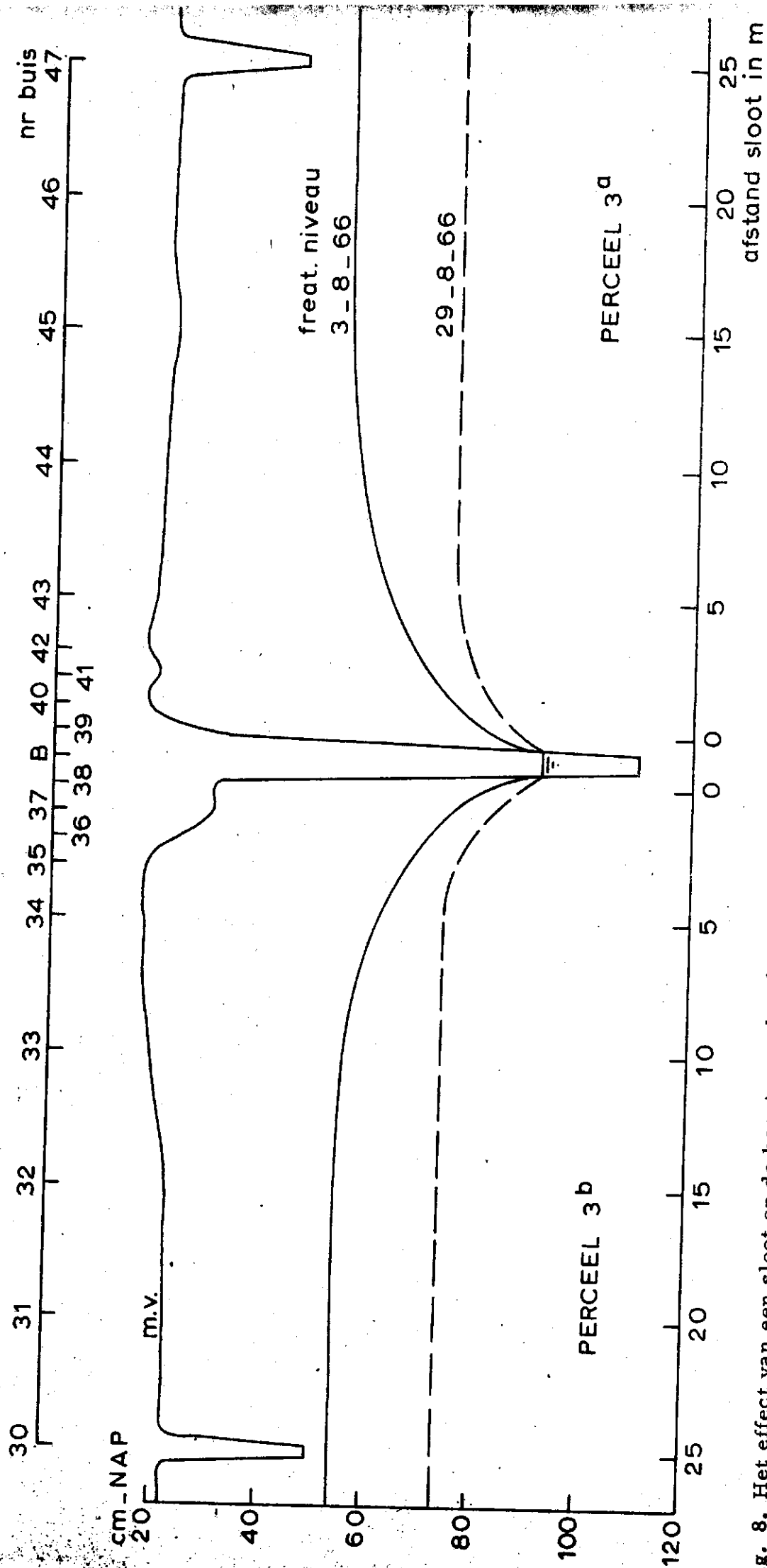


Fig. 8. Het effect van een sloot op de hoogte van het freatisch niveau

fig 9

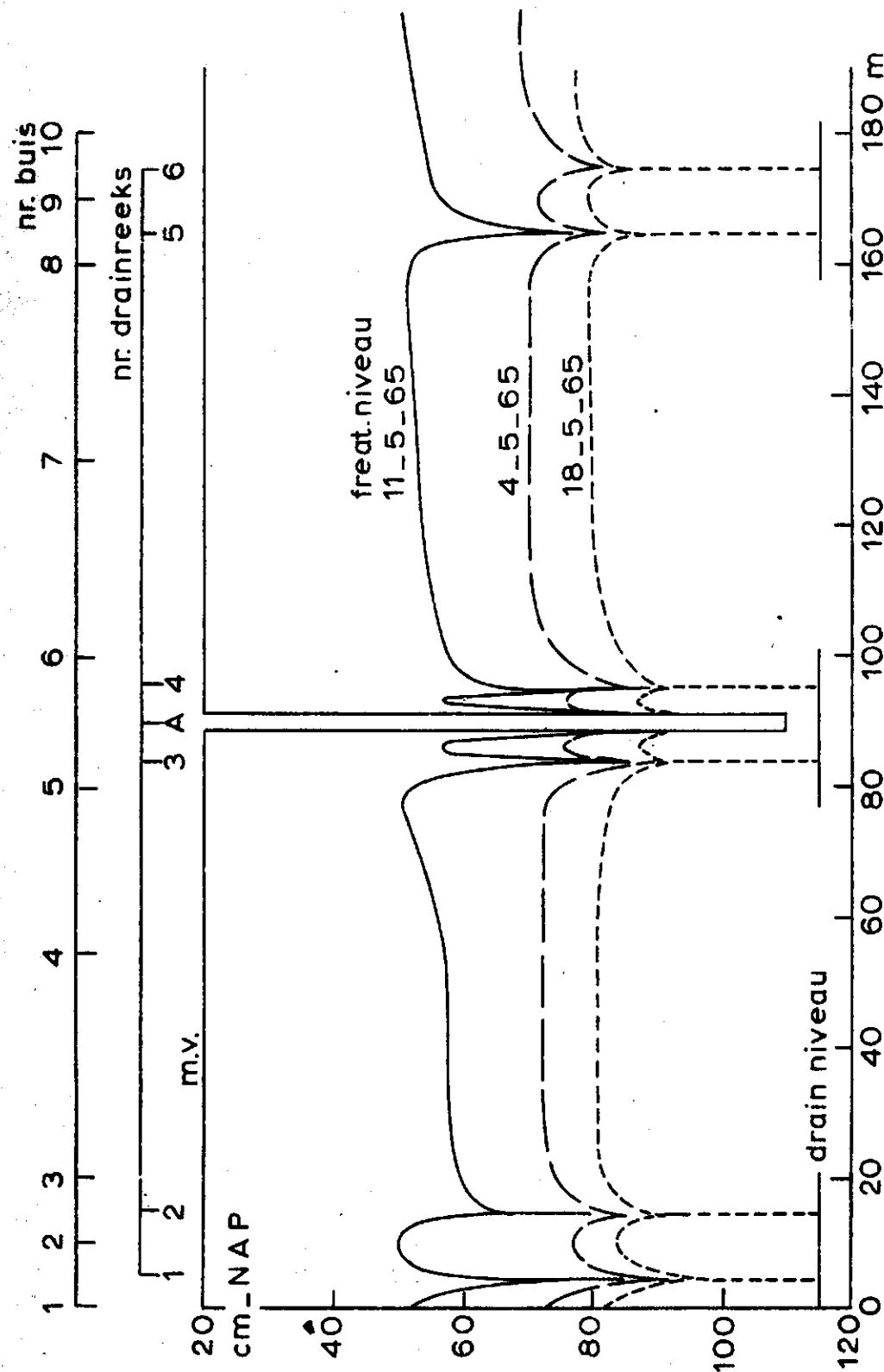


Fig. 9. Het effect van samengestelde drainage (nrs. 2 t/m 6), een enkelvoudige reeks (nr. 1) en een sloot (A) op de hoogte van het grondwaterniveau
 — na 60 mm neerslag in voorafgaande week
 - - na 16 mm neerslag op voorafgaande dag
 . . . na 2 mm neerslag in voorafgaande week

plasvorming op, terwijl de grond zeer drassig is.

De fluctuatie van het grondwaterniveau blijkt algemeen zeer gering te zijn namelijk ca. 0,30 m. Een dergelijke kleine fluctuatie werd ook geconstateerd op het bezandingsproefobject in de ruilverkaveling 'Haerat-Genne' (Nota Nr 485).

Behalve het verloop van het grondwaterniveau in de winterperiode wordt in fig. 5 het verloop weergegeven voor de droogste periode (24-5-1965). Zoals reeds vermeld verschillen deze weinig van elkaar. Over de gehele lengte van het proefobject blijkt het freatisch vlak op 24-5 slechts 0,10 à 0,15 m dieper te liggen dan op 2-2. Dit geldt ook voor perceel 3b ondanks het stuwpeil van 0,60 m - N.A.P. Het stuwte in de afvoersloot kan ondanks infiltratiemogelijkheden via 4 drainreeksen de zakking van het grondwaterniveau beneden het slootpeil in droge perioden niet voorkomen.

Het effect van de stuwte in de afvoersloot die waren aangebracht met het doel een met het slootpeil overeenkomende grondwaterstand te realiseren bleek vrijwel nihil te zijn. Zij belemmerden slechts in sterke mate de afvoer in natte perioden. Om deze reden werden zij na de overvloedige neerslag in juli 1965 niet meer gebruikt.

DE RELATIE 'STIJGHOOGTE EN AFVOER' BIJ DRAINREEKSEN EN SLOTEN

Het onderzoek naar het verloop van de grondwaterstand werd in 1966 voortgezet en meer gericht op sloot- en drainage-effecten. Het resultaat van 2 metingen op karakteristieke data is in de figuren 7 en 8 weergegeven. Het betreft hier het proefvak 3a - 3b met een sloot en de percelen 3b - 4a met 2 drainreeksen in het midden. In tegenstelling tot 1965 is zoals reeds vermeld in 1966 geen slootpeilbeheersing meer met behulp van stuwte toegepast. Alle sloten en drains kunnen nu vrij afstromen.

Er is weinig verschil te constateren ten opzichte van 1965. De grondwaterstand in een drogere periode (29-8-'66) komt sterk overeen met die van 24-5-1965 (freatisch vlak ligt op $\pm 0,75$ m - N.A.P.), terwijl na veel neerslag de grondwaterstand tot 0,30 m - m.v. stijgt. Het lijkt hierbij geen verschil uit te maken of de ontwatering via een sloot of via 2 drainreeksen plaats vindt. Dit geldt ten aanzien van de potentiaal. Deze is in beide gevallen gelijk. Men zou hieruit kunnen concluderen dat het vervangen van een te projecteren sloot door 2

drainreeksen een juiste maatregel is geweest.

In verband met het feit dat in proefvak 2a - 2b dat samengestelde drainage werd toegepast en een onvoldoende verlaging van de grondwaterstand werd bereikt werd gedacht aan de mogelijkheid dat dit systeem niet goed zou functioneren. Ter controle werden drukhoogtes gemeten onmiddellijk naast de drains. Het resultaat van enige metingen wordt in fig. 9 weergegeven. Dit is een detailbeeld van de raai in fig. 5 voor zover het de samengestelde drainage betreft. Deze omvat de reeksen nr 2 tot en met 6. Nr 1 is een enkelvoudige reeks. De reeksen liggen op 0,90 m - m.v. ofwel 1,15 - N.A.P. (onderzijde). Het materiaal is plastic met $\phi = 0,05$ m. De buizen zijn afgedekt met turf-molm.

De drukhoogtes zijn weergegeven na een week met 60 mm neerslag (11-5-65) en na de daaropvolgende week met 1 mm neerslag.

Op 11 mei wordt ten opzichte van de ontwateringsbasis onmiddellijk naast de drains drukhoogtes gemeten van 0,30 à 0,40 m en op 5 m afstand van de reeksen 0,50 à 0,60 m. De eerstgenoemde cijfers wijzen op hoge intree-weerstand, namelijk ca. 5 etm./m.

Na een week zonder neerslag bedragen deze cijfers 0,15 m onmiddellijk naast de drains, respectievelijk 0,25 à 0,30 m op 5 m afstand. Hiermee is min of meer een evenwichtstoestand bereikt, want kleinere drukhoogtes werden niet geconstateerd, ook niet in droge perioden van de zomermaanden.

Bij vergelijking van de situatie bij de samengestelde drainage (reeks 2 t/m 6) en die bij de enkelvoudige reeks nr 1 kan men concluderen dat er geen verschil is te constateren (zie fig. 4).

Ter controle werden enkele afvoermetingen verricht, waarvan het resultaat in tabel 1 wordt weergegeven. In deze tabel zijn ter vergelijking tevens afvoercijfers vermeld van de enkelvoudige reeksen nr 7 en 8 met de ontwateringsbasis op 0,85 m - N.A.P. Dat is dus 0,30 m hoger dan van de reeksen 1 tot en met 6.

Tabel 1. De afvoer (q) en drukhoogte (h) van samengestelde (reeks 2 t/m 6) in vergelijking met enkelvoudige drainage (reeks nr 1 en 7 t/m 8)

Datum	Nr 2 t/m 6		Nr 1		Nr 7 en 8	
	q	h	q	h	q	h
4-5-65	7,5	0,55	7,5	0,60	7,8	0,40
17-3-66	5,0	0,35	4,8	0,40	2,4	0,20
10-6-66	2,7	0,20	3,1	0,25	0,2	0,05

Om de afvoer q te kunnen vergelijken is deze uitgedrukt in $m^3/etmaal$ per lengte-eenheid van 100 m. Dit is theoretisch gelijk aan de afvoer in mm/etmaal bij een drainafstand van 10 m.

De opname op 4-5-65 vond plaats na 16 mm neerslag op de voorgaande dag, die van 10-6-66 na 2 weken zonder neerslag.

De vermelde drukhoogtes zijn op 0,05 m afgerond in verband met de nauwkeurigheid van de metingen.

Bij vergelijking van de cijfers blijkt dat de afvoeren van de samengestelde drainage en die van de enkelvoudige reeks nr 1 elkaar weinig ontlopen. De afvoeren en de drukhoogtes zijn nagenoeg gelijk zodat geconcludeerd kan worden dat het samengestelde drainage-systeem even goed functioneert als de enkelvoudige reeks op gelijke diepte.

Verder blijkt dat na veel neerslag de afvoer van de ondiepe reeksen nr 7 en 8 met een 0,15 m kleinere drukhoogte gelijk is aan die van de diepe reeksen. Na lange droge perioden komen de ondiepe reeksen (0,85 m - N.A.P.) droog te liggen terwijl de diepe reeksen (1,15 m - N.A.P.) nog 1,5 à 2 mm per etmaal blijven afvoeren.

Het grondwaterniveau zakt hierbij niet dieper dan tot 0,90 m - N.A.P. (0,70 m - m.v.). Afvoer bij gelijkblijvende grondwaterstand in droge perioden wijst op een zekere mate van kwel. De aanwezigheid van een tientallen meters dik, sterk doorlatende zandondergrond zal hiervoor verantwoordelijk zijn.

Naar aanleiding van het feit dat het niet lukte met het toegepaste ontwateringssysteem het grondwaterniveau tot de gewenste diepte te verlagen werd in de herfst van 1966 in proefvak 2 de drainage uitgebreid met 4 reeksen aardenbuizen. Deze werden overeenkomstig de wens

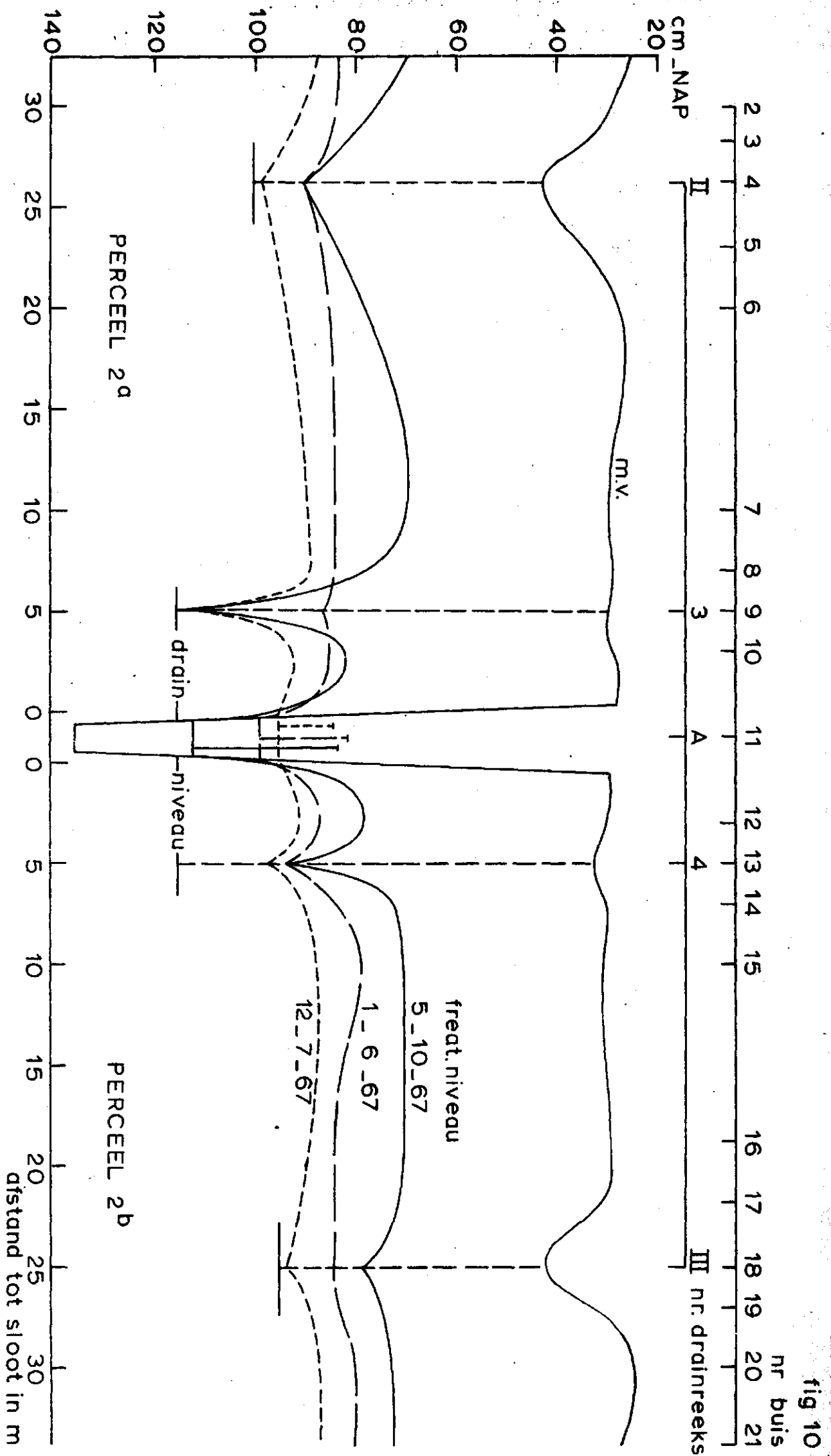


Fig. 10. Het effect van samengestelde plastic drainage (nrs. 3 en 4), enkelvoudige aarden reeksen (nrs. II en III) en een sloot (A) op het freatisch niveau

van de proefveldhouder gelegd in de bestaande greppels op een diepte van 0,95 m - N.A.P. (0,70 m - m.v.). De greppelafstand varieerde van 20 tot 25 m. Zij vormen brede sloeken die lang drassig blijven.

In de loop van 1967 werden enkele malen afvoermetingen verricht van de diverse drainreeksen, waarvan het resultaat in tabel 2 wordt weergegeven.

Tabel 2. De afvoer (q) en de drukhoogte (h) van samengestelde plastic drainage (reeks 2 t/m 6) enkelvoudige plastic (reeks 7 t/m 11) en enkelvoudige aarden buizen (reeks I t/m IV)

Datum	Nr 2 t/m 6		Nr I t/m IV		Nr 7 t/m 12	
	q	h	q	h	q	h
3-1-67	4,3	0,60	3,8	0,40	5,0	0,45
10-4-67	1,7	0,30	1,1	0,10	1,6	0,17
10-5-67	1,5	0,25	0,7	0,05	1,2	0,10
1-6-67	1,0	0,35	1,7	0,10	2,0	0,20

Fig. 10 geeft een beeld van het verloop van het freetisch vlak op enkele karakteristieke data in proefvak 2. Het betreft hier dezelfde situatie als in fig. 9 plus de uitbreiding met de reeksen aarden buizen in bestaande greppels op 25 m afstand van de sloot. Met potentiaalbuissjes werden drukhoogtes gemeten op verschillende afstanden van drains en sloot en tevens in de sloot.

Hierbij bleek in de sloot een potentiaal van 0,80 tot 0,85 m - N.A.P. te worden gemeten bij een slootpeil van ca. 1,10 m - N.A.P. Dit is een overdruk van 0,25 m. Het slootpeil wordt beïnvloed door de aanwezige vegetatie en bagger. In oktober is het peil na opschonen van de sloot 0,15 m lager dan in de zomer.

In een droge periode (juli 1967) zakt het grondvaterniveau ook nu niet dieper dan tot ca. 0,35 m - N.A.P., dat is gelijk aan de droge perioden in 1965 (zie fig. 6). Het blijkt dus dat ondanks de aanwezigheid van een sloot en drainreeksen het zeer veel moeilijkheden levert het freetisch niveau te verlagen tot beneden 0,35 m - N.A.P.

Toch is er ondanks alles een gunstig effect van de drainage te con-

stateren, namelijk in de natte perioden wordt de overtollige neerslag sneller afgevoerd en is in 1967 de grondwaterstand gemiddeld niet hoger gestegen dan tot 0,70 m - N.A.P. respectievelijk 0,40 m - m.v. Het grondwaterniveau blijft daarmee ca. 0,20 m lager dan voorheen.

Opvallend is verder in fig. 7 het gunstige effect van de aarden reeks nr II (lage intree-weerstand) in vergelijking met de plastic reeksen nr 3 en 4. Het effect van de aarden reeks nr III daarentegen valt weer tegen zodat geen duidelijke uitspraak gedaan kan worden over het al of niet beter functioneren van aarden in vergelijking met plastic materiaal.

Fig. 11 geeft een beeld van het effect van de ondiepe enkelvoudige plastic drainage in proefvak 4. Het is ongeveer dezelfde situatie als in fig. 7 is weergegeven. Fig. 11 heeft betrekking op dezelfde data als die van fig. 10. Ook nu is nog steeds hetzelfde potentiaalverschil in proefvak 4 en 2 aanwezig als in 1965 bij aanvang van de proef. De uitbreiding van de drainage met aarden reeksen heeft weinig of geen invloed gehad op de potentiaal van het grondwater.

Bij vergelijking van tabel 2 met tabel 1 blijkt echter dat na uitbreiding van het drainage-systeem met de reeksen I tot en met IV de afvoer van de samengestelde drainage (2 t/m 6) sterk is afgenomen bij overeenkomende drukhoogtes. Mogelijk is er sprake van een zekere vervuiling.

Een duidelijk verschil in afvoer in de verschillende drainage-systemen is in tabel 2 niet te constateren.

Fig. 12 geeft een overzicht van de afvoeren van de verschillende systemen in afhankelijkheid van de potentialen met inbegrip van de afvoer van nog nader te bespreken sloten.

De 0,20 m grotere diepte van de reeksen 1 tot en met 6 ten opzichte van I tot en met IV resulteert in een constant hogere afvoer van 1,5 mm. Ten opzichte van de reeksen 7 tot en met 12 waarbij het verschil in diepte 0,30 m bedraagt is het verschil in afvoer 2,5 mm.

De aanwezigheid van 2 sloten binnen het proefobject (zie fig. 4), parallel lopende aan de drainreeksen verschafte de mogelijkheid om het debiet van de sloten te meten. Deze sloten ontvangen geen water van buiten het proefobject.

De natte omtrek van sloot A bedraagt 1,00 m en van sloot B 1,40 m.

Tabel 3 geeft het resultaat weer van de debietmetingen op verschillende data in vergelijking met de gemiddelde waarde van alle ge-

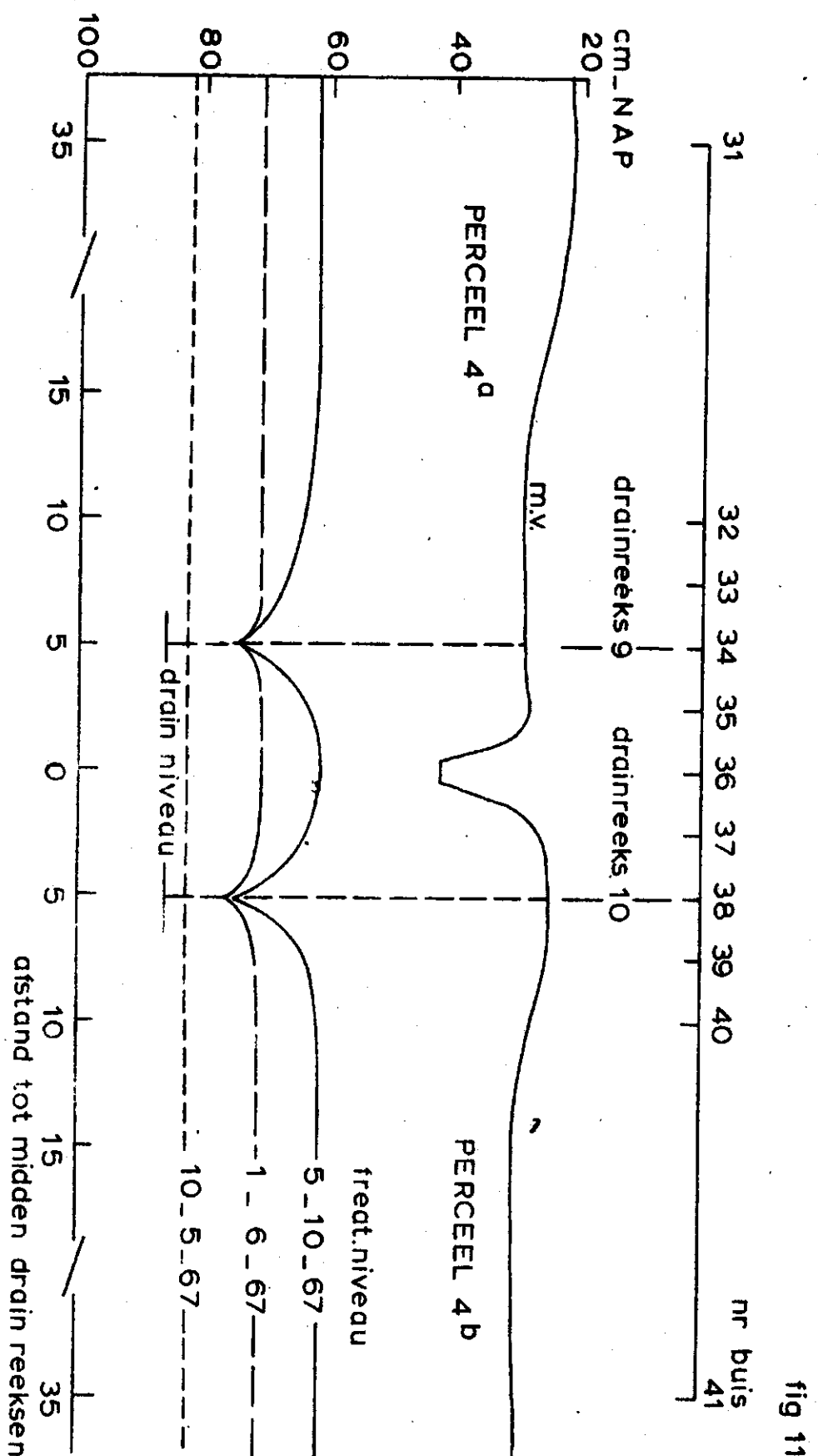


Fig. 11. Het effect van 2 enkelvoudige drainreeksen op de hoogte van het freatisch niveau in relatief droge perioden

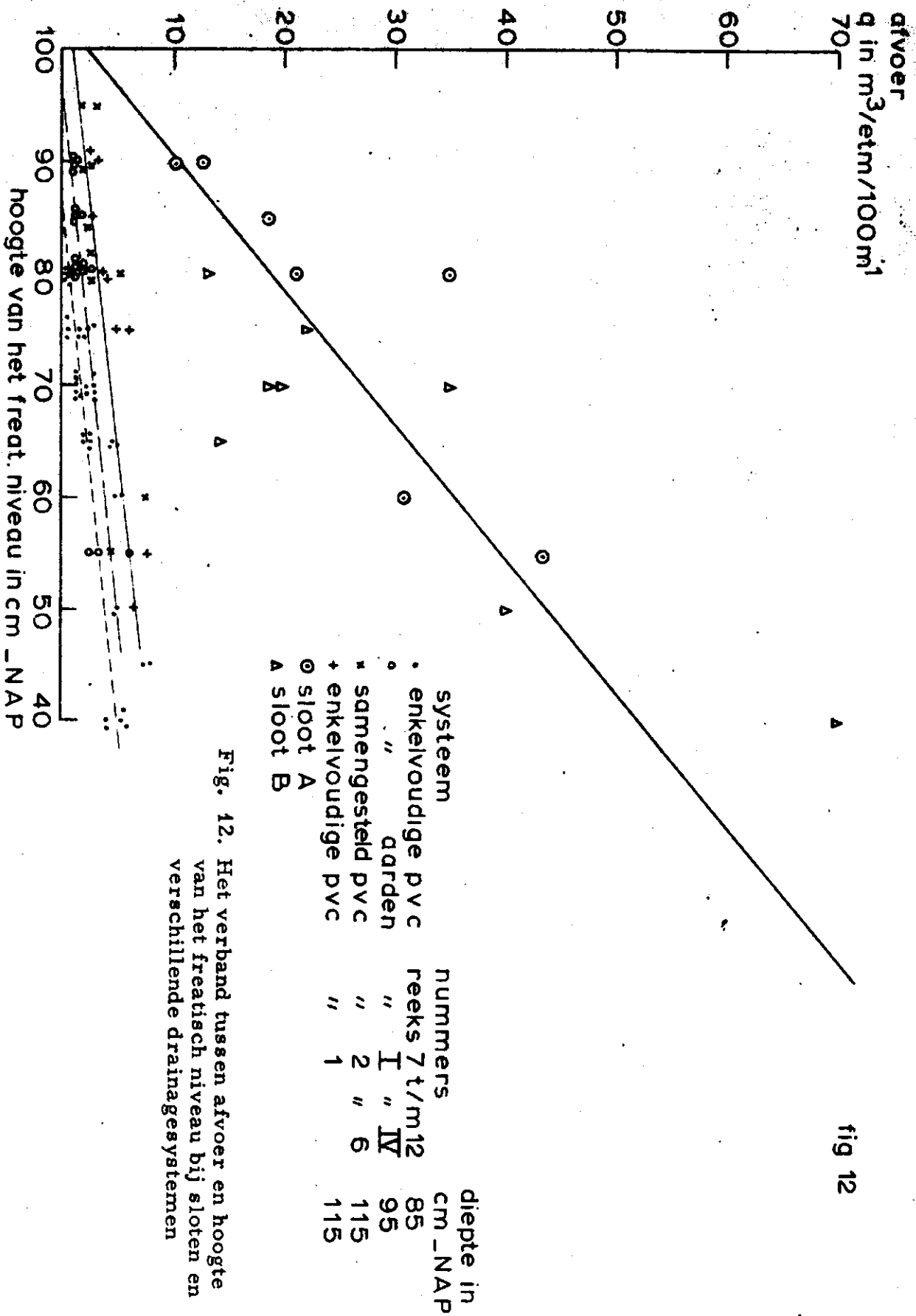


Fig. 12. Het verband tussen afvoer en hoogte van het freatisch niveau bij sloten en verschillende drainagesystemen

meten drainreeksen.

Zoals reeds vermeld is in fig. 5 de afvoer van de sloten weergegeven in vergelijking met die van de drainreeksen in afhankelijkheid van de potentialen.

Tabel 3. De afvoer van sloten in m^3 /etmaal/100 m lengte in vergelijking met die van drainreeksen

Datum	Sloot A	Sloot B	Drains
17-3-66	20,8	-	3,6
15-7-66	-	14,1	4,5
3-8-66	31,2	40,0	4,9
29-8-66	12,6	22,0	2,3
23-9-66	-	19,0	2,7
3-1-67	43,5	70,0	4,7
18-4-67	18,3	20,2	1,7
10-5-67	10,0	13,0	1,2
1-6-67	34,8	34,6	2,3

Volgens de in tabel 3 vermelde cijfers en volgens fig. 12 blijkt dat de afvoer van een sloot vaak het tienvoudige en soms nog meer bedraagt van de afvoer van buizenreeksen. Het vormt een scherpe tegenstelling met de verhouding van sloot- en drainafstand die volgens de formule van Hooghoudt wordt berekend bij $u = 0,10$ voor drains en $u = 1,00$ m voor sloten. De verhouding volgens genoemde berekening was 1,5:1.

Dit grote verschil in afvoer lijkt evenredig te zijn met de natte omtrek van het ontwateringsmiddel. Men zou hieruit kunnen afleiden dat in de omstandigheden van kwelaanvoer, de natte omtrek van het ontwateringsmiddel onvoldoende tot uiting komt in de drainage-formules of dat anderzijds de 'run-off' waaronder wordt verstaan de hoeveelheid neerslag die via maaiveld en de bovengrond wordt afgevoerd zodanig groot is dat deze het tienvoudige beiraagt van de afvoer via de natte omtrek van de sloot.

Het laatste is het meest waarschijnlijk in zeer natte perioden waarbij het bodemprofiel in verzadigde toestand verkeert. Dit neent

niet weg dat ook in droge perioden de afvoer van de sloot het tienvoudige kan bedragen van die van de drainreeksen.

Om een gelijk effect te bereiken ten aanzien van de afvoer van een sloot zou volgens deze gegevens een drainafstand van ca. 10 m nodig geweest zijn over de gehele oppervlakte van het proefvak.

Als mogelijke oorzaak van de hoge potentialen werd gedacht aan infiltratie vanuit de Dedemsvaart (gemiddeld peil $\pm 0,00$ m - N.A.P.) en vanuit de westelijke sloot die op polderpeil is gebleven (0,50 m - N.A.P.).

Om een inzicht omtrent deze invloed te verkrijgen werden op een viertal plaatsen een potentiaalbuissjes geplaatst van 1 m respectievelijk 2 m lengte. De plaats is in fig. 4 aangegeven. De filters van de korte buizen zijn in het veen en die van de lange buizen in de zandondergrond geplaatst. Raai a sluit aan op de Dedemsvaart (peil 0,00 m - N.A.P.), raai b op de sloot op korte afstand van de pomp (peil 1,20 m - N.A.P.), raai c op de poldersloot (peil 0,50 m - N.A.P.) en raai d op de onderbemalen sloot aan de oostzijde (peil 1,00 m - N.A.P.).

Het resultaat van een opname in een droge periode (1-6-67) en in een natte periode (9-11-'67) kan men zien in de figuren nr 13 en 14.

Op 10 m afstand van de Dedemsvaart en van de westelijke poldersloot werden in de zandondergrond potentialen gemeten van 0,70 m tegen 0,80 m - N.A.P. op 80 m afstand. Het drukhoogteverschil ten opzichte van het peil in de Dedemsvaart bedraagt op korte afstand 0,60 à 0,70 m. Dit wijst op hoge weerstanden van de kanaalwand, zodat de conclusie kan luiden dat de potentiaal in het grondwater in zeer geringe mate wordt beïnvloed door het peil in de poldersloot en van de Dedemsvaart. De grote stijghoogte van het grondwater met de gevolgen van afvoer van kwel (1,5 mm/etm.) is zeer waarschijnlijk slechts toe te schrijven aan een overdruk vanuit de oostelijk gelegen hogere zandgronden.

De potentialen in het veen vertonen in de zomer weinig verschil met die van de zandondergrond. Slechts in de winterperiode stijgen de potentialen in het veen maximaal 0,25 m, terwijl die in de zandondergrond vrijwel constant blijven.

Eén in de onderbemalen sloot geplaatste potentiaalbuis vertoont vrij constant en zeer demonstratief een drukhoogte van 0,25 m boven het slootpeil. Dit komt hier overeen met een potentiaal van 0,95 m - N.A.P.

Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat een slootpeilverlaging van 0,60 m aangevuld met een drainage met een drainafstand van

20 m bij deze goed doorlatende veen op zandgronden de potentiaal van het grondwater in de zomer slechts 0,15 m heeft kunnen verlagen. Dit betekent dat de maximale zomergrondwaterdiepte als gevolg van kwel slechts van 0,50 m tot 0,65 m - m.v. is verlaagd.

De volgens de drainage-formules berekende drainafstand bleek in het geheel niet te voldoen.

DE AFVOER GEDIFFERENTIEERD NAAR NEERSLAG EN KWEL

De aanwezigheid van een stroomverbruiksmeter bij de pomp verschaft de mogelijkheid de af te voeren hoeveelheid kwelwater te berekenen via het energieverbruik van de pomp van de onderbemaling.

Volgens opgave van de fabrikant van de pomp, bedraagt de capaciteit van de pomp met een 3 PK-motor en bij een opvoerhoogte van 1,70 m 150 m³/uur. De werkelijke opvoerhoogte bedraagt hier 1,80 m.

Het debiet van de pomp werd gecontroleerd met behulp van het molen-tje van Ott. Bij deze bepaling werd in 880 sec. een afvoer gemeten van 35,1 m³ bij een energieverbruik van 0,61 kilowatt. De afvoercapaciteit (a) bedraagt dan

$$a = \frac{q}{t} \times 60^2 = \frac{35,1}{880} \times 3600 = 144 \text{ m}^3/\text{uur} = 40 \text{ L/sec}$$

Deze uitkomst stemt goed overeen met de opgave van de fabrikant.

Uitgedrukt in mm/etmaal bedraagt de capaciteit bij een oppervlakte (0) van 44 ha

$$\frac{a \times 24}{0 \times 10} = \frac{144 \times 24}{44 \times 10} = 7,85 \text{ mm/ha/etm.}$$

Gezien de oppervlakte is de afvoercapaciteit aan de krappe kant met het gevolg dat in perioden met zeer veel neerslag en na dooi bij sneeuwval de pomp enige dagen extra nodig heeft om de afvoersloot op het gewenste peil te houden. Om een grote plotselinge aanvoer binnen een etmaal te kunnen verwerken zou een tweede pomp nodig geweest zijn. De bezwaren waren echter niet dermate groot dat het noodzakelijk werd geacht tot plaatsing van een extra pomp over te gaan.

Volgens de controle-meting bedraagt het energieverbruik (e) van deze pomp

$$e = \frac{35.1}{0.61} = 57,5 \text{ m}^3/\text{kWh} \quad \text{of} \quad 0,0174 \text{ kWh/m}^3$$

Volgens de opgave van de leverancier bedraagt het bij een energie-verbruik van 0,75 kWh/uur per 1 PK, een opvoerhoogte van 1,70 m en een afvoercapaciteit van 150 m³/uur

$$\frac{150}{3 \times 0,75} = 66,6 \text{ m}^3/\text{kWh} \quad \text{of} \quad 0,015 \text{ kWh/m}^3$$

Veiligheidshalve wordt de uitkomst van de eerste berekening hierna aangehouden.

In de maand december 1966 met 155 mm neerslag (N) en 5 mm verdamping (V) werd in totaal 1543 kWh energie verbruikt. Voor de afvoer van de neerslag (e_n) zou nodig geweest zijn

$$e_n = \frac{(N - V) \times 0 \times 10}{e} = \frac{(155 - 5) \times 44 \times 10}{57,5} = 1148 \text{ kWh}$$

In werkelijkheid werd 1543 kWh verbruikt zodat het extra verbruik dat nodig is geweest voor de afvoer van kwelwater 395 kWh bedraagt.

Dat is omgerekend in mm/ha/etmaal

$$\frac{395 \times 57,5}{44 \times 31} = 1,66$$

Dezelfde berekening werd voor 1966 toegepast voor andere perioden waarvan het resultaat in tabel 4 is weergegeven.

Tabel 4. De afvoer gedifferentieerd naar neerslag en kwel in mm/etmaal afgeleid van het energieverbruik van de pomp

Periode	Stroomverbruik (kWh)		Afvoer		Neerslag	Verdamping	Kwel
	totaal	per etm.	m ³ /etm.	mm/etm.			
1- 5/31- 7	2290	24,0	1380	3,1	4,0	3,5	2,6
1- 8/30- 9	1074	17,6	1010	2,3	1,5	2,6	2,3
1-10/30-11	1764	28,9	1660	3,8	2,7	0,5	1,6
1-12/31-12	1543	49,8	2860	6,5	5,0	0,0	1,7

Volgens deze gegevens wordt in de perioden waarin het verdampingsoverschot minder dan 0,5 mm/etmaal bedraagt ruim 1,5 mm/etmaal kwelwater afgevoerd. In de andere perioden zou volgens de berekening de kwelafvoer groter zijn. Dit lijkt onaannemelijk. Waarschijnlijk wordt ook in de zomermaanden een gedeelte van de neerslag afgevoerd.

De verdampingscijfers zijn ontleend aan K.N.M.I. gegevens van De Bilt. De neerslag is ter plaatse gemeten.

Ook op andere wijze is getracht een inzicht te verkrijgen in de hoeveelheid kwel, namelijk met behulp van het meetapparaat van VAN DER WERD. Dit leverde in de sloten met veel bagger geen goede resultaten op.

In schone sloten met een zandbodem werd als gemiddelde van 6 plekken een afvoer gemeten van 15 mm/cm² per etm. Op 2 plekken werden echter afvoeren gemiddeld van 95 respectievelijk 139 mm/cm² per etm. Dit is berekend op de oppervlakte van het meetapparaat.

Bij afvoermetingen in een droge periode waarbij de afvoer geheel aan kwel is toe te schrijven, werd een gemiddelde afvoer van de drains vastgesteld van 2,2 m³ en voor de sloten van 17,3 m³/etmaal/100 m. Dit betreft een meting op 29-8-1966 na een periode van 2 weken met slechts 6 mm neerslag.

Bij een totale lengte van 4200 m drains en 3500 m sloten bedraagt de totale afvoer voor de drains 92 m³ en 605 m³ voor de sloten, tezamen 697 m³/etmaal. Dat is bij een oppervlakte van 44 ha, 1,58 mm/etm.

De overeenkomst met de kwelafvoer volgens het energieverbruik van de pomp laat niets te wensen over.

DE KOSTEN VAN ONDERBEMALING

Naar aanleiding van een veel gestelde vraag wat de bemalingskosten zijn bij onderbemalingen volgt hier een berekening voor dit proefobject.

De kosten zijn als volgt:
vastrecht per jaar f 22,30
prijs per kWh bedraagt f 0,06 à f 0,07.

Bij een gemiddelde afvoer van 450 mm per jaar bedragen de stroomkosten per ha:

$$\frac{450 \times 10}{57,5} \times 0,065 = f 5,10 \text{ per ha/jaar}$$

De kosten kunnen belangrijk verhoogd worden door de afvoer van kwel.

Bij een constante kwelafvoer van 1,5 mm/ha en een tarief van f 0,065/kWh bedragen de extra kosten per ha

$$\frac{1,5 \times 10 \times 365}{57,5} \times 0,065 = f 6,20/\text{ha}$$

Bij een totale investering voor de pomp met aansluitingen, transformator en kroeshek enz. van ca. f 3000,- een afschrijving in 10 jaar en bij een oppervlakte van 30 ha bedragen de afschrijvingskosten ca. f 10,-/ha

DE VOCHTHULSHOUDING

In de zomer van 1969 werden 2 profielen bemonsterd voor een pF-onderzoek. Dit werd uitgevoerd op perceel 2a op 5 m afstand van de onderbemalen sloot voor de diepste ontwatering op op hetzelfde perceel op 5 m afstand van de sloot met polderpeil voor de ondiepe ontwatering. Het verschil in slootpeil van ca. 0,60 m resulteert in een vrij constant verschil in grondwaterniveau van 0,15 m zoals in voorgaande hoofdstukken is gebleken.

De bemonstering vond plaats per laagdikte van 0,10 m tot 0,90 m - m.v. De zandondergrond begint op + 1,00 m - m.v.

In fig. 15 zijn de pF-curven weergegeven voor de lagen 0 - 0,20 m, 0,20 - 0,40 en 0,40 - 0,60 m - m.v. Er was geen noemenswaardig verschil te constateren tussen de pF-waarden voor de lagen op overeenkomstige diepte van de 2 genoemde profielen. Zo was ook het verschil tussen de lagen 0 - 0,10 en 0,10 - 0,20 respectievelijk 0,20 - 0,30 en 0,30 - 0,40 respectievelijk 0,40 - 0,50 en 0,50 - 0,60 m van weinig betekenis. Om deze reden hebben de pF-curven betrekking op de gemiddelde waarde van de lagen 0 - 0,20, 0,20 - 0,40 m en 0,40 - 0,60 m - m.v. van beide profielen.

De lagen beneden 0,60 m - m.v. komen overeen met die van 0,40 - 0,60 m, zodat zij terwille van een overzichtelijk beeld niet in fig. 15 zijn opgenomen.

Afhankelijk van de rijpings- respectievelijk de graad van indroging van het veen, is het verloop van de pF-curve voor de diverse lagen verschillend. De rijpingsgraad die tot uiting komt in het volumegewicht en de mate van oxydatie van het veen neemt met de diepte beneden maaiveld snel af.

Een duidelijke grens ligt bij deze gronden op ca. 0,20 m - m.v. Voor de laag 0 - 0,20 m wordt een relatieve dichtheid (d_r) berekend van gemiddeld + 0,8. Beneden 0,20 m - m.v. wordt deze waarde negatief, namelijk - 0,9 voor de laag 0,20 - 0,40 m en - 1,7 voor de laag 0,40 - 0,60 m - m.v. Een relatieve dichtheid van + 1,0 à 1,2 is als maximaal te beschouwen (SCHOTHORST, 1968).

Algemeen kan gesteld worden dat in het geval waar negatieve waarden voor de relatieve dichtheid worden berekend men met weinig of niet in het geheel niet gerijpte grond te maken heeft.

fig 15

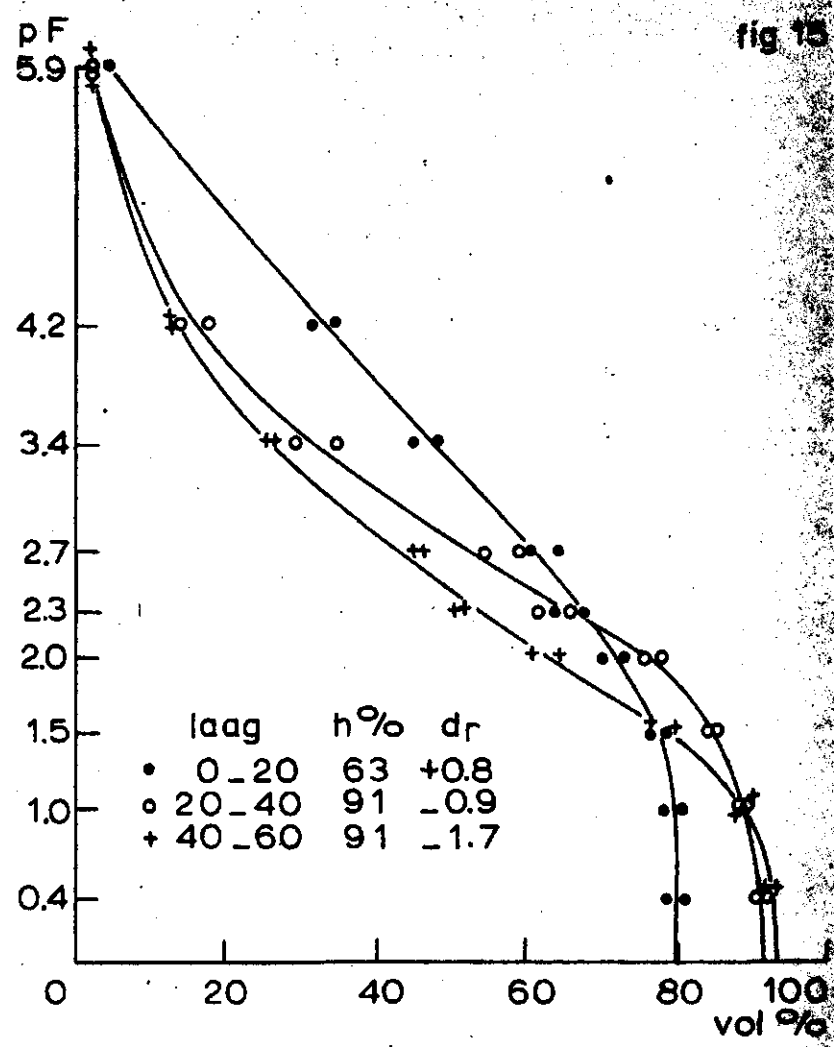


Fig. 15.

De vochtspanningscurven op verschillende diepten - mv (h = % org. stof, d_r = relatieve dichtheid)

Fig. 16a en b.

De in het voorjaar aanwezige hoeveelheid water en lucht bij onderbemaling (16a) en zonder onderbemaling (16b) (w_d = droog volume gewicht; d_r en h% zie fig. 15)

fig 16^a

onderbemalen

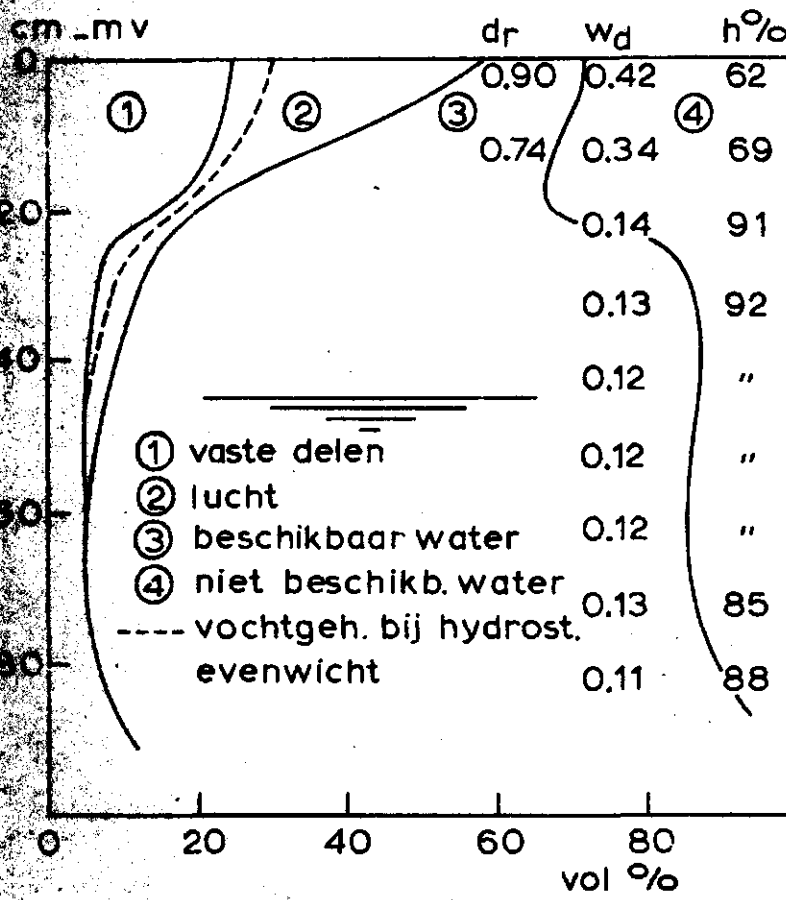
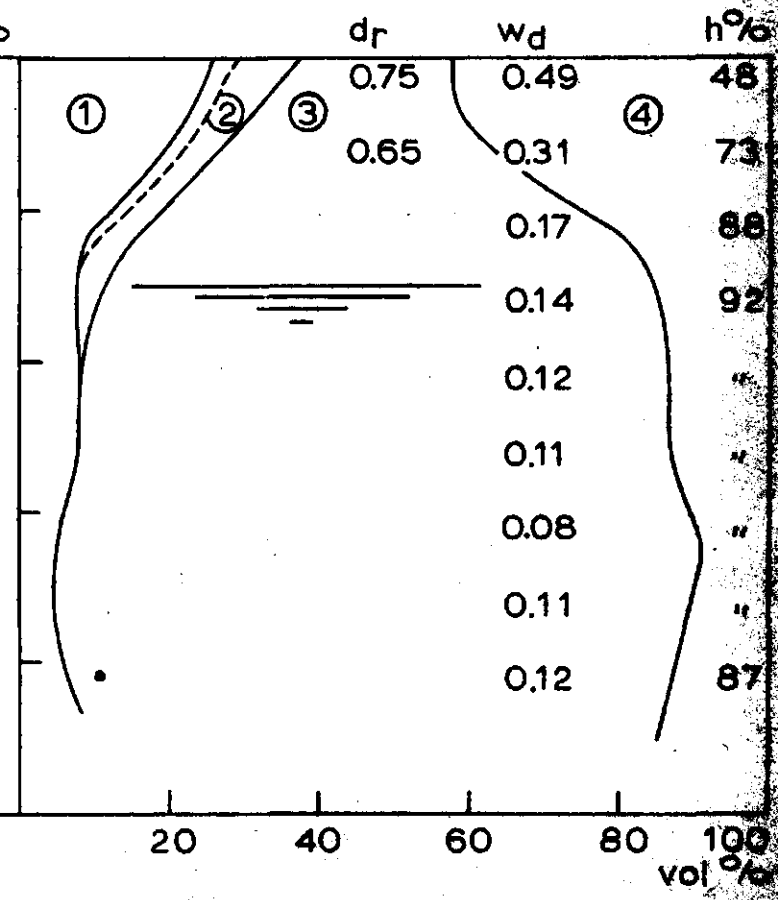


fig 16^b

niet onderbemalen



Als gevolg van rijping respectievelijk indroging neemt het poriënvolume af en het volume gewicht toe. Bovendien treden veranderingen op in de gemiddelde poriëndiameter. Naarmate de rijpingsgraad respectievelijk de graad van indroging toeneemt verloopt de pF-curve steiler (zie fig. 15).

De fig. 16a en 16b geven een beeld van de verhouding volume vaste delen, beschikbaar en niet beschikbaar vocht en lucht in een relatief droge periode bij de aanwezige grondwaterstand.

Het blijkt dat de waterberging bij deze gronden met een polderpeil van 0,30 m - m.v. waarbij de grondwaterstand in hydrostatisch evenwicht met dat van de poldersloot de waterberging ca. 3 mm bedraagt en bij verlaging van het polderpeil tot 1,00 m - m.v. met de corresponderende grondwaterstand van $\pm 0,50$ m - m.v. bedraagt de waterberging ca. 15 mm.

De verlaging van het slootpeil heeft hier bijzonder weinig effect op de waterberging vanwege kwel. Het is duidelijk dat in natte perioden deze grond snel in drassige toestand komt te verkeren.

Anderszijds bedraagt de hoeveelheid beschikbare vocht in de evenwichtstoestand in beide gevallen ca. 150 mm voor een laagdikte van 0,30 m.

In de relatief droge perioden blijkt de vochtafname in het profiel bij laag slootpeil ca. 50 mm te bedragen. Op deze gronden is hijsmer sprake van vochttekort maar een chronische wateroverlast in de perioden waarin de neerslag de verdamping overtreft.

DRAAGKRACHT

Gesien het geringe effect van de slootpeilverlaging op de grondwaterstand en de vochtinhouding viel en weinig te verwachten ten aanzien van de verbetering van de draagkracht.

De ervaringen met de slootpeilverlaging vielen zodanig tegen dat toen de mogelijkheid van bezanden zich voordeed de proefveldhouder zich niet lang behoefde te bedenken om van deze mogelijkheid gebruik te maken. Ze werden de percelen 3a en 4b in de zomer van 1967 bezand met de gronvijsel.

Ofschoon de dichts nabij de bedrijfsgebouwen gelegen percelen

2a en 2b oorspronkelijk de natste percelen waren viel de keuze van bezanden op niet gedraineerde percelen. Hieruit kan men afleiden dat het effect van drainage toch zodanig was dat de urgentie tot bezanden sterk is afgenomen.

Als bijzonder voordeel van drainage kan genoemd worden, de sterk verbeterde afvoer in vergelijking met greppels. Greppels vormen op deze gronden brede slenken van ca. 2 m breed. Het zijn in de natte perioden de meest kwetsbare stroken in een perceel te meer omdat de afvoer meestal stagneert zodat ze lang drassig blijven en er lang water blijft staan. Het onderhoud wordt zeer bemoeilijkt omdat zij tijdens iedere periode van beweiding worden dichtgelopen zodat zij niet kunnen functioneren.

Drainreeksen in de bestaande greppels kunnen deze bezwaren grotendeels opheffen. De slenkvormige greppels zijn op de eerste plaats hinderlijk vanwege de geringe draagkracht als gevolg van de drassigheid en in aanzienlijk minder mate vanwege het verschil in maaiveldhoogte. Een belangrijke verbetering is dus de drooglegging van deze slenken.

Het leggen van drains buiten bestaande greppels heeft bovendien het nadeel dat als gevolg van nazakking op de drainsleuven nieuwe hinderlijke laagten ontstaan, speciaal hinderlijk wanneer zij in de dwarsrichting zijn gelegd. Om deze reden dient drainage van veengrasland bij voorkeur uitgevoerd te worden in de lengterichting van de percelen in bestaande greppels.

Uitgebreid onderzoek naar de draagkracht vond op dit proefobject niet plaats vanwege de geringe constateerbare verschillen.

In tabel 5 worden resultaten van enkele vergelijkbare draagkrachtmetingen vermeld.

Tabel 5. De draagkracht in verband met de grondwaterstand

Nr perc.	Draagkracht in kg/cm^2						Grondwaterstand - m.v.					
	2a	2b	3a	3b	4a	4b	2a	2b	3a	3b	4a	4b
Datum												
24-5-65	10,6	8,8	7,0 ⁿ	7,9	6,6	8,1	59	53	51	50	46	49
14-7-65	6,8	7,3	4,9	6,4	6,8	4,3	49	40	38	37	34	29
31-7-68	10,0	9,5	7,2 ^m	8,2	8,8	7,7 ^m	58	49	54	43	50	54

De percelen 3a en 4b zijn zoals reeds vermeld in de zomer van 1967 bezand. Deze bezanding was op 31-7-68 zeer los van structuur, vandaar de relatief lage draagkrachtcijfers.

De gegevens in tabel 5 hebben alle betrekking op relatief droge perioden. De draagkracht is als gevolg van vochtonttrekking door verdamping algemeen voldoende. Alleen op 14-7-65 is na regen de draagkracht op enige percelen onvoldoende. Dit doet zich voor bij grondwaterstanden van ca. 0,30 m - m.v. en hoger.

Volgens tabel 5 blijkt de draagkracht van de dieper gedraineerde percelen 2a en 2b gemiddeld ook duidelijk hoger te zijn dan van de andere. Ook de grondwaterstand is gemiddeld $\pm 0,10$ m dieper.

In de herfst, winter en veelal ook in het voorjaar is de draagkracht algemeen onvoldoende, en varieert van 3 tot 5 kg/cm^2 . Dergelijke situaties deden zich ook midden zomer voor in de jaren 1965, 1966 en 1968. De grond was na zware regenval zo drassig dat de proefveldhouder in 1965 en ook in 1966 noodgedwongen met zijn melkveestapel gedurende enige weken uit moest wijken naar de hoger gelegen zandgronden onder Dalfsen om daar bij andere boeren in te scharen.

In fig. 17 is de relatie "draagkracht grondwaterstand" ter illustratie grafisch weergegeven.

Deze fig. demonstreert duidelijk hoe de situatie is bij gronden met een polderpeil van 0,30 m - m.v., zoals de oorspronkelijke toestand hier was. In dat geval wordt in de natte perioden nimmer een diepere grondwaterstand bereikt dan 0,30 m - m.m.

In feite is het echter niet de grondwaterstand als zodanig die de draagkracht bepaald maar het vochtgehalte van de zodelaag of nog

fig 17

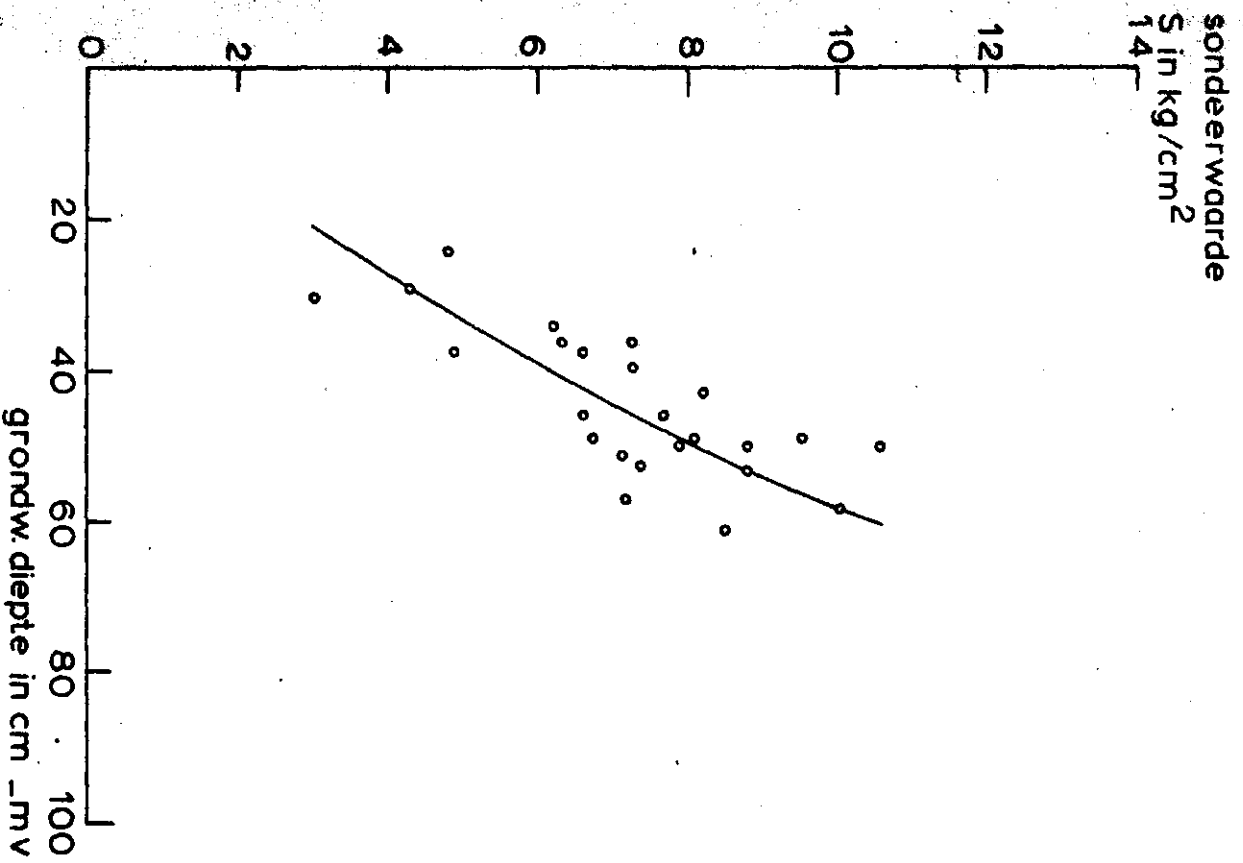


Fig. 17. De relatie 'draagkracht en grondwater-
diepte' volgens veldmetingen

fig 18

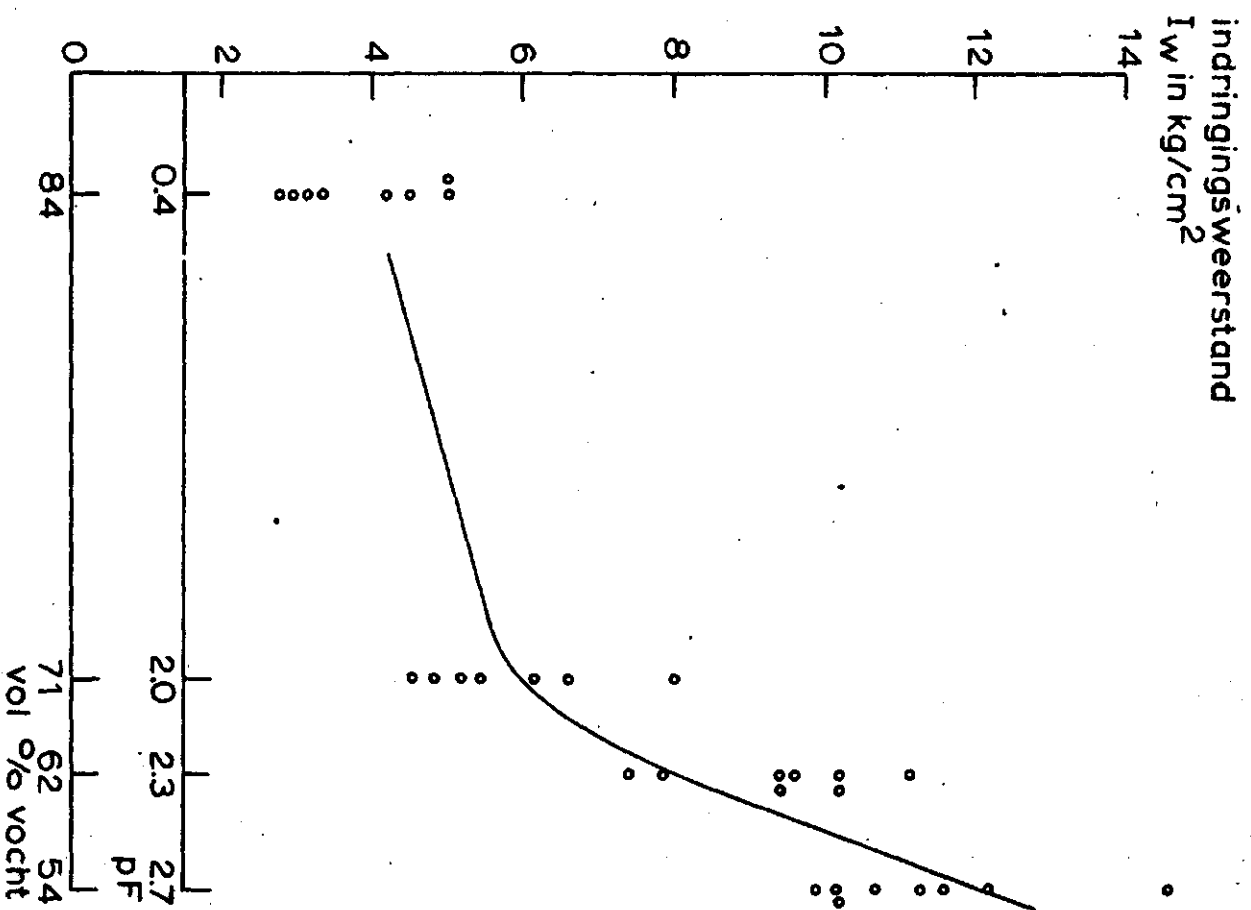


Fig. 18. De relatie 'indringingsweerstand en vocht-
spanning' volgens laboratoriummetingen

beter de vochtspanning. Anderzijds wordt de draagkracht bepaald door de dichtheid van de zodelaag. Beide kunnen gunstig worden beïnvloed door een diepere ontwatering.

Daar het veel moeilijkheden biedt om onder veldomstandigheden het verband tussen draagkracht en de vochtspanning nauwkeurig te bepalen werd een aanvullend laboratoriumonderzoek verricht.

Hiertoe werd bij een viertal monsters van elk van de proefpercelen 2a en 2b en 4a en 4b de indringingsweerstand bepaald bij 4 verschillende vochtspanningen. Hierbij bleek dat alleen de onderkant van de monsters die alle genomen zijn van de laag 2 tot 7 cm - m.v. voor dit doel geschikt was. De weerstand aan de bovenkant wordt verstoord door de vegetatiedelen van de grasmat.

Het verband 'indrogingsweerstand (I_v) en vochtspanning (pF) wordt getoond in fig. 18. De indringingsweerstand is niet direct gelijk te stellen aan de sondeerwaarde die in het veld wordt bepaald.

Volgens een vergelijkend onderzoek (note nr 485) is $s = 0,75 I_v$
 s = sondeerwaarde bij de veldmetingen in kg/cm^2 .

Om een voldoende draagkracht te bereiken wordt dan volgens fig. 18 een vochtspanning vereist van $pF = 2,3$. Dit wordt op deze gronden alleen bereikt in die perioden waar in de verdamping de neerslag overtreft. Ook in het geval dat een grondwaterstand van 1,00 m - m.v. in de natte perioden zou kunnen worden gerealiseerd zou de draagkracht zonder meer niet voldoende zijn. Daartoe is het noodzakelijk dat een zekere verdichting van de zodelaag tot stand komt. Een meer blijvende verdichting wordt bereikt wanneer een diepere grondwaterstand kan voorkomen dat een door indroging en onder invloed van beweiden door het vee tot stand gekomen verdichting door opzwellen weer verloren gaat. Dit is slechts mogelijk door de grondwaterstand zodanig te beheersen dat grondwaterstanden hoger dan 0,30 m - m.v. worden voorkomen. Anderzijds dient men in droge perioden te streven naar grondwaterstanden niet dieper dan 0,70 m - m.v. in verband met klink en te vergaande indroging. Voor het laatste hoeft men in dit gebied niet bevreesd te zijn gezien de kwelverschijnselen.

Uit fig. 18 kan men verder afleiden dat in de perioden met meer neerslag dan verdamping de draagkracht slechts ca. 4 kg/cm^2 bedraagt en dus absoluut onvoldoende is.

Zoals reeds gezegd wordt een voldoende draagkracht bereikt bij $\gamma_F = 2,3$. De grond heeft dan ten opzichte van de verzadigde toestand ca. 20 vol. % vocht verloren ofwel de grond bevat dan ca. 20 vol. % lucht. Van belang is hierbij de hoeveelheid vocht die de grond verliest zodat het luchtgehalte hiervoor een goede maatstaf kan zijn.

Daar de draagkracht in principe wordt bepaald door de dichtheid (volumege wicht) enerzijds en de vochtspanning anderzijds is in fig. 19 het verband 'draagkracht-relatieve dichtheid-vochtspanning i.c. luchtgehalte' weergegeven. De relatieve dichtheid (d_r) heeft betrekking op de actuele dichtheid in verhouding tot de minimale en maximale dichtheid zoals die onder natuurlijke omstandigheden voorkomt (SCHOTTHORST, 1968).

Deze fig. vertoont duidelijk ofschoon het aantal aan de krappe kant is dat de stevigheid van de grond toeneemt naarmate zij dichter en droger is. Een droge grond kan onvoldoende draagkrachtig zijn doordat zij te los is, men denke aan nieuw ingezaaide weiden, en een dichte grond kan anderzijds onder natte omstandigheden vrij stevig zijn.

Zo is een zode in de herfst bij eenzelfde grondwaterstand als in het voorjaar meestal steviger in de herfst. Dit is een gevolg van krimp in de zomer en zwellen in de winter. De relatieve dichtheid is een goede maatstaf om de toestand van de grond in dit opzicht te karakteriseren.

Uit dit proefobject is duidelijk naar voren gekomen dat onder de hier aanwezige omstandigheden het bezanden een meer efficiënte maatregel is dan de slootpeilverlaging. Dit wordt nog eens gedemonstreed door tabel 6 waarin de draagkracht binnen het ontwateringsproefobject wordt vergeleken met die van de bezandingsproef (nota 485).

Tabel 6. Vergelijking van draagkracht in kg/cm^2 (S) op veengrond na ontwatering, bezanden en onbehandeld

Datum	Draagkracht				Grondwaterstand - m.v.			
	A	B	C	D	A	B	C	D
14 - 7 - 65	7,0	6,3	6,6	10,7	45	35	37	42
30 - 9 - 67	6,6	4,8	6,3	7,7	42	32	37	40
9 - 11 - 67	4,3	4,0	4,2	7,2	30	25	30	35
Gen.	6,0	5,0	5,7	8,5	39	31	35	39

A betreft perceel 2a met een peilverlaging van 0,65 m en een aanvullende drainage;

B betreft perceel 3b met een peilverlaging van 0,50 zonder aanvullende drainage;

C betreft een perceel zonder peilverlaging;

D idem met bezanding

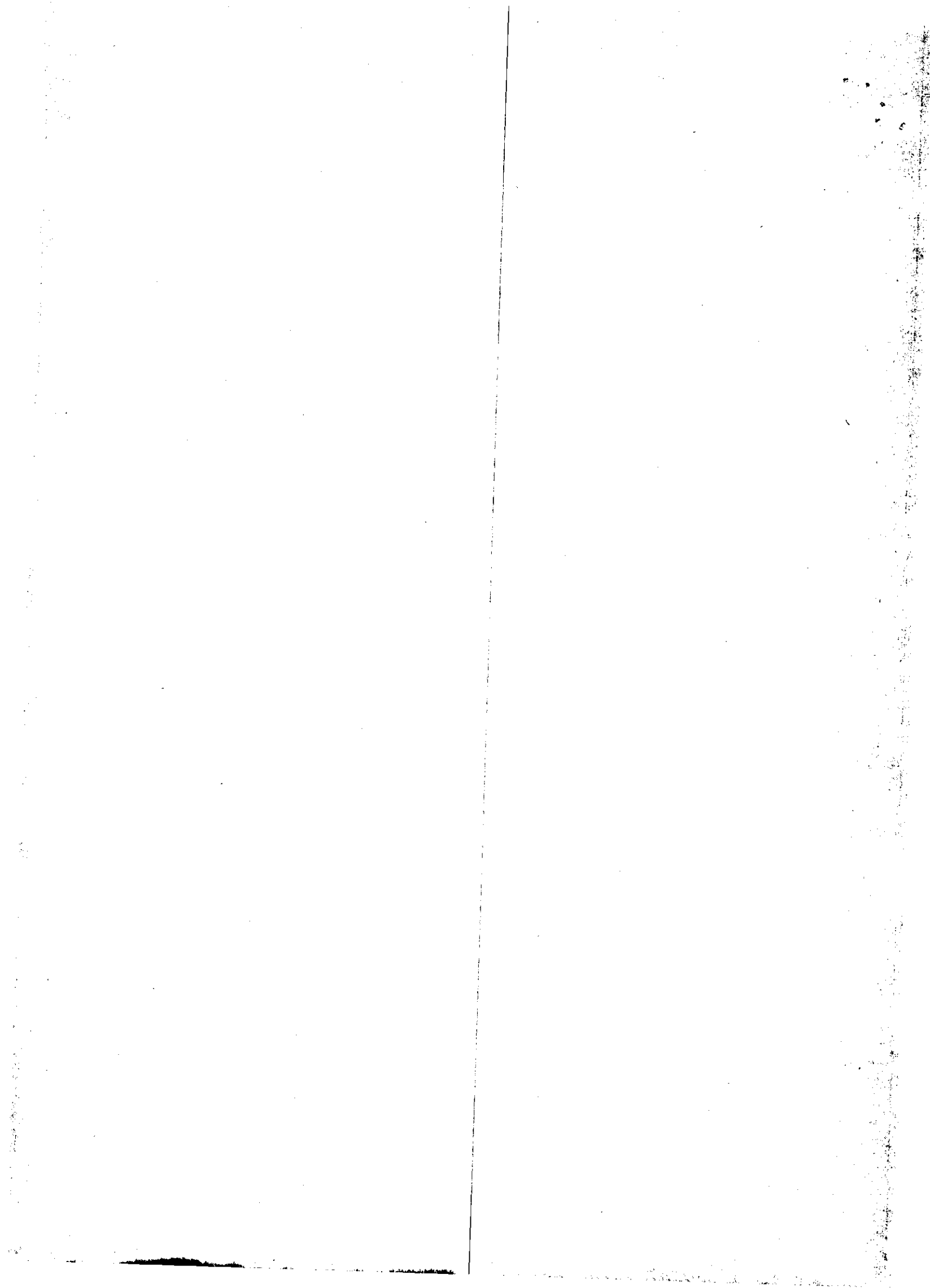
C en D betreffen het proefobject 'Haerst-Genne' (nota 485).

Het blijkt duidelijk dat de draagkracht op onbezand veen bij grondwaterstanden van $< 0,30$ m - m.v. onvoldoende is ($S = < 5 \text{ kg/cm}^2$)

De conclusie van dit resultaat van onderzoek is ten slotte dat op broekveengronden zonder mineraaldek, waar men kvel kan verwachten, het bezanden met 6 cm zand een meer efficiënte maatregel is dan slootpeilverlaging.

Bij broekveengronden met een goed doorlatende zandondergrond is meestal sprake van kvel vanwege hogere potentialen in de naaste omgeving en de lage ligging van deze veengronden. Slootpeilverlaging heeft daarom onvoldoende effect, terwijl anderzijds bezanding zonder peilverlaging een belangrijke verbetering betekent.

Het is daarom niet zo verwonderlijk dat het bezanden met de grondvrijzel in het veengebied ten westen van de weg Zwolle-Meppeel onder Haerst-Genne en Rouveen op belangrijke schaal op particuliere basis wordt toegepast naast de werken in ruilverkavelingsverband.



ZAKKING VAN MAAIVELD

In verband met een te verwachten zakking van maaiveld als gevolg van een grondwaterstands daling werd het gehele proefobject in april 1964 voorafgaande aan de uitvoering van de werkzaamheden gedetailleerd gewaterpast volgens een ruitennet van 20 x 20 m. Deze gegevens zijn gebruikt voor de hoogtekaart van het proefobject (fig. 3).

Daar de grondwaterstands daling niet die vorm aannam die werd verwacht zal de zakking van maaiveld bij een werkelijke verlaging van de zomergrondwaterstand van maximaal 0,20 m van zeer geringe betekenis zijn.

Na 5 jaar namelijk in april 1969 werd het proefobject opnieuw gewaterpast.

In tabel 7 wordt de gemiddelde maaiveldhoogte van de verschillende percelen volgens de genoemde waterpassingen weergegeven.

Tabel 7. De gemiddelde maaiveldhoogte in april 1964 en april 1969-NAP

Perceelnr.	1	2a	2b	3a	3b	4a	4b
1964	0,22	0,24	0,23	0,21	0,20	0,20	0,20
1969	0,22	0,23	0,23	0,20	0,20	0,20	0,18

Het resultaat is zoals verwacht kon worden, namelijk geen zakking van maaiveld. Beide waterpassingen zijn in het voorjaar uitgevoerd zodat de hoogteligging niet is beïnvloed door zakking als gevolg van krimp.

BRUTO-OPBRENGST

In de periode 1965 tot en met 1968 werden door het Rijkslandbouw-consulentschap voor West-Overijssel bruto-opbrengsten bepaald door middel van kooien volgens de zogenaamde standaardmethode. Deze werden periodiek om de 5 weken geoogst. Op ieder proefperceel werden 4 kooien geplaatst in serie waarbij de oneven nummers een gift ontvingen van totaal 100 kg N per ha en de even nummers 200 kg N/ha. Hierbij bedroeg de gift voor de eerste snede het dubbele van de volgende giften, namelijk 34 en 68 kg N en voor de volgende sneden respectievelijk 17 en 34 kg N. De bemesting werd toegediend in mengmestvorm (N - P - K).

De bruto-opbrengsten aan droge stof (D.S.) zetmeelwaarde (Z.W.) en ruw eiwit (R.E.) worden voor de verschillende jaren in tabel 8a tot en met 8c weergegeven.

De bruto-opbrengst aan droge stof is bij een gemiddelde N-gift van 150 kg/ha met 11 à 12 ton/ha vrij goed. De tendens is aanwezig dat de diepere ontwatering van de percelen 2a en 2b in de natte zomers 1965 en 1966 een gunstige invloed heeft gehad op de opbrengst. De opbrengst aan droge stof bedraagt in deze jaren gemiddeld 12,2 ton tegen 10,9 ton op de andere percelen bij 150 kg N. Dat is een meer-opbrengst van 12 %.

Een relatief droog jaar als 1967 dat in feite als een normaal jaar beschouwd kan worden, blijkt een zeer gunstig effect te vertonen op alle percelen. Het opbrengst niveau ligt dan op ca. 14 ton droge stof/ha.

De percelen 3a en 4b die in 1967 zijn bezand springen er in 1968 uit met een zeer hoge droge stofopbrengst van gemiddeld 14,2 droge stof/ha bij 150 kg N tegen 11,7 ton op de onbezande percelen. Dat is een meer-opbrengst van 21 %. Dit is echter voornamelijk een effect van het nieuwe grasbestand met een hoog percentage van het 2 à 3 jarige Westervolds Raaigras.

Het N-effect in het traject van 100 tot 200 kg blijkt met gemiddeld 5 à 6 kg droge stof per kg N zeer laag te zijn. Dat is in alle jaren van het onderzoek het geval. Blijkbaar wordt het optimum bereikt bij ca. 150 kg N.

Dat het N-effect in genoemd traject zo laag is, is waarschijnlijk mede toe te schrijven aan de organische bemestingen in de vorm van ~~men~~ mest die in de winter over het land wordt gebracht.

Ook de mineralisatie van organische stof kan op deze veengronden van invloed zijn.

De in 1967 bezande percelen vallen in 1968 op met een N-effect in hetzelfde traject van gemiddeld 10 kg droge stof/kg N.

Ook dit is relatief nog laag maar de bezandingsdikte van 6 cm in aanmerking genomen toch een duidelijk verschil.

100-100000

Jaar		Droge stof in kg/ha						Zetmeelwaarde in kg/ha						Raw extract in kg/ha							
		1	2	3	4	5	totaal	1	2	3	4	5	totaal	1	2	3	4	5	totaal		
1965		19-5	22-6	27-7	14-9	2-11		19-5	22-6	27-7	14-9	2-11		19-5	22-6	27-7	14-9	2-11			
	pero. 2A	100W 200W	3887 3884	2370 2167	2430 2395	2968 3178	1470 1585	12 12	525 909	2300 2364	1587 1451	1530 1437	2048 2128	984 1094	8449 8474	526 595	479 446	447 434	578 651	321 369	2351 2495
	pero. 2B	100W 200W	4297 4910	1753 1555	2165 2285	2443 2876	643 934	11 12	231 560	2670 3045	1245 1104	1388 1417	1655 1955	437 626	7395 8147	742 962	405 311	429 441	375 446	145 200	2096 2360
	pero. 3A	100W 200W	4665 4440	1402 1251	2712 2831	2301 2196	794 986	11 11	874 304	3042 2842	1024 875	1764 1896	1680 1625	556 404	8056 7642	840 795	365 259	722 770	490 476	208 155	2625 2455
	pero. 3B	100W 200W	4146 4565	1524 1385	2375 2846	2170 2128	1297 1487	11 12	472 331	2571 2648	1112 952	1494 1793	1519 1467	882 996	7578 7856	734 881	404 338	460 581	360 385	371 433	2329 2618
	pero. 4A	100W 200W	4505 4665	1494 1473	2453 2515	1887 2097	734 1026	11 11	073 776	2838 2988	1060 1060	1620 1610	1377 1446	536 708	7431 7812	815 924	363 349	428 513	394 459	169 262	2169 2507
	pero. 4B	100W 200W	3956 4350	1577 1557	2171 2365	2423 2485	794 1107	10 11	921 884	2492 2740	1072 1075	1368 1503	1696 1740	532 741	7160 7790	740 848	290 332	484 541	475 1492	199 280	2188 2495

Tabel 8b.

Jaar	Droge stof in kg/ha						Zetmeelwaarde in kg/ha						Ruw eiwit in kg/ha					
	1	2	3	4	5	totaal	1	2	3	4	5	totaal	1	2	3	4	5	totaal
1966 perc. 2A	17-5	22-6	27-7	6-9	4-10		17-5	22-6	27-7	6-9	4-10		17-5	22-6	27-7	6-9	4-10	
100N	4582	2057	2715	2546	671	12 571	2889	1337	1738	1604	456	8024	1077	483	608	545	207	2920
200N	4748	2076	3494	2550	675	13 543	2849	1370	2360	1658	459	8642	1097	492	744	581	212	3126
perc. 2B	3062	2764	1689	2673	772	11 760	2433	1797	1081	1684	525	7520	908	650	378	572	239	2747
200N	3928	2407	1631	2899	706	11 571	2357	1589	1077	1884	480	7387	907	571	347	661	222	2708
perc. 3A	3397	1688	2013	2383	733	10 214	2038	1080	1329	1477	498	6422	707	341	395	489	210	2142
200N	3718	1862	2123	2436	566	10 705	2305	1210	1359	1486	390	6750	796	404	435	502	165	2302
perc. 3B	1612	2167	2156	2008	664	8 607	1064	1387	1423	1245	452	5571	335	438	423	412	190	1798
200N	1909	2750	2237	2397	739	10 032	1184	1788	1432	1462	510	6376	409	597	459	494	215	2174
perc. 4A	3306	2354	1691	2184	586	10 121	2050	1507	1082	1310	398	6347	717	523	338	430	174	2182
200N	3278	2337	1778	2511	583	10 487	2163	1566	1156	1582	396	6863	705	552	354	455	176	2282
perc. 4B	4030	1927	2530	1725	1025	11 237	2499	1233	1619	1035	697	7083	875	428	506	340	304	2453
200N	3913	2087	2294	1646	1065	11 005	2583	1398	1491	1037	724	7233	841	493	457	324	322	2437

1967 perc. 2A	10-5	13-6	26-7	30-8	12-10		10-5	13-6	26-7	30-8	12-10		10-5	13-6	26-7	30-8	12-10	
100N	1681	4725	3313	2166	1688	13 565	1210	2787	1921	1342	1012			803	778		442	3133
200N	2246	3674	3584	2413	1998	13 911	1617	2241	2114	1496	1198		539	661	799	610	527	3136
perc. 2B	3226	4305	3623	2194	1513	14 849	3322	2539	2101	1360	907	9206	745	749	851	550	396	3415
200N	3151	4256	3671	2408	1259	14 737	2268	2596	2165	1492	755	9284	756	766	818	609	332	3418
perc. 4A	3117	3579	3849	2315	1305	14 213	2234	2189	2232	1481	7832	8954	579	488	924	543	313	2927

Jaar		Droge stof in kg/ha					Zetmeelwaarde in kg/ha					Ruw eiwit in kg/ha				
		1 2 3 4 5					1 2 3 4 5					1 2 3 4 5				
		Totaal					Totaal					Totaal				
1968		20-5	24-6	29-7	2-9	29-10	20-5	24-6	29-7	2-9	29-10	20-5	24-6	29-7	2-9	29-10
perc. 2A	100N	3705	2297	2350	2054	1348	11	754	1493	1246	1232	618	429	552	527	370
	200N	3676	2236	2300	2268	1365	11	845	1453	1219	1383	712	521	603	528	324
																2718
perc. 2B	100N	3310	2498	3195	2520	1317	12	840	1573	1611	1436	596	535	693	514	301
	200N	3643	2236	2939	2464	1314	12	596	1408	1469	1525	699	561	620	552	290
																2639
perc. 3A ^x	100N	3741	2548	2262	2444	1643	12	638	1503	1199	1466	577	341	330	535	2084
	200N	4038	3547	2254	2441	1791	14	071	1951	1172	1343	631	486	371	514	2340
perc. 3B	100N	3888	1787	2006	1853	1051	10	585	1108	1023	1149	649	391	449	519	225
	200N	3560	2226	2102	2062	1051	11	001	1357	1093	1258	652	516	509	503	228
																2408
perc. 4A	100N	4162	1668	2004	1911	1430	11	175	1034	1042	1051	653	327	420	1395	2131
	200N	4706	1897	2256	1975	1362	12	186	1170	1150	1244	857	482	489	478	299
																2605
perc. 4B ^x	100N	4037	3194	2118	3288	2148	14	785	1660	1101	2039	582	428	385	796	380
	200N	3940	3664	2653	3099	2078	15	434	1869	1380	1735	614	495	504	657	374
																2644

^x Bezand in 1967

Tabel 9 Netto-opbrengst bij beweiding in kg ZW/ha bij 150 N/ha

Jaar	Perceel	B _t	B _w	N _w	R %	B _m	N _m	N _t
1965	2a	8460	8460	2920	35	0	0	2920
	2b	7770	4600	2000	44	3170	1265	3265
	3a	7850	6210	1750	28	1640	655	2405
	3b	7715	4820	1690	35	2900	1155	2845
	4a	7620	7620	2280	30	0	0	2280
	4b	7480	1730	690	40	5750	2300	2990
	gem.	7816			35			2784
1966	2a	8105	8105	3520	43	0	0	3520
	2b	7455	5843	1860	32	1610	645	2505
	3a	6585	4000	1560	39	2590	1035	2600
	3b	5970	5970	2690	45	0	0	2690
	4a	6600	3675	1565	43	2925	1200	2765
	4b	7155	7155	3210	45	0	0	3210
	gem.	6980			41			2880
1967	2a	8500	8360	3250	39	140	56	3306
	2b	9250	7510	2325	31	1740	695	3020
	4a	8800	5289	2110	40	3290	1405	3515
	gem.	8900			37			3280
1968	2a	7015	6005	2360	39	1010	405	2765
	2b*	7530	6130	2560	42	1400	560	3120
	3a*	7720	6975	3260	47	745	290	3550
	3b	6470	3770	1740	46	2700	1110	2850
	4a	6900	3615	1470	40	3285	1310	2780
	4b*	8560	5190	2050	40	3370	1350	3400
	gem.	6980 (onbez.)			41			2875
	gem.	8140 (bezand)			40			3265

DE NETTO-OPBRENGST

De netto-opbrengst van grasland bestaat uit 2 componenten namelijk de opbrengst van beweiding en de opbrengst aan ruwvoer.

Wanneer het gaat om een vergelijking van de netto-opbrengsten van verschillende kunnen deze 2 getallen niet zonder meer worden gesommeerd daar het rendement van de bruto-grasproduktie bij beweiding respectievelijk maaien geheel verschillend is, ook onder gunstige omstandigheden. In het eerste geval bedraagt het rendement gemiddeld ca. 50 %, in het andere geval ca. 80 %. Het is dan duidelijk dat bij uitsluitend maaien een hogere netto-opbrengst zou worden berekend dan bij uitsluitend beweiden.

In de praktijk worden de percelen in de loop van het seizoen zowel gemaaid als beweid. Een goede vergelijking van perceelopbrengsten is slechts mogelijk wanneer alle percelen op dezelfde tijd beweid en gemaaid zouden worden. Dit is een praktisch onmogelijke eis.

Om deze reden is hier een methode van berekening toegepast waarbij de bruto-opbrengst van maaien wordt omgerekend op een netto-opbrengst bij beweiding, zodat een theoretische netto-opbrengst wordt verkregen voor uitsluitend beweiden, (zie tabel 9).

De totale netto-opbrengst in kg ZW/ha (N_t) wordt dan als volgt berekend:

$$N_t = N_v + N_m = N_v + \frac{N}{B_v} \times B_m$$

N_v = het produkt van het aantal grootvee-weidedagen en de gemiddelde netto-behoefte aan ZW per dag per stuks grootvee (7 kg ZW)

$$N_m = B_m \times R$$

N_m = het produkt van de gemiddelde dagproduktie volgens de kooi-opbrengsten en het aantal dagen van de groeiperiode van het te maaien grasopstand in kg ZW bruto

B_v = de bruto-grasproduktie tijdens de periode van beweiding

$$B_v = B_t - B_m$$

B_t = totale bruto-grasproduktie volgens de kooi-opbrengsten in kg ZW/ha

$R = \frac{N}{B_v}$ = verhouding tussen de netto- en bruto-produktie van de periode van beweiding.

fig 19

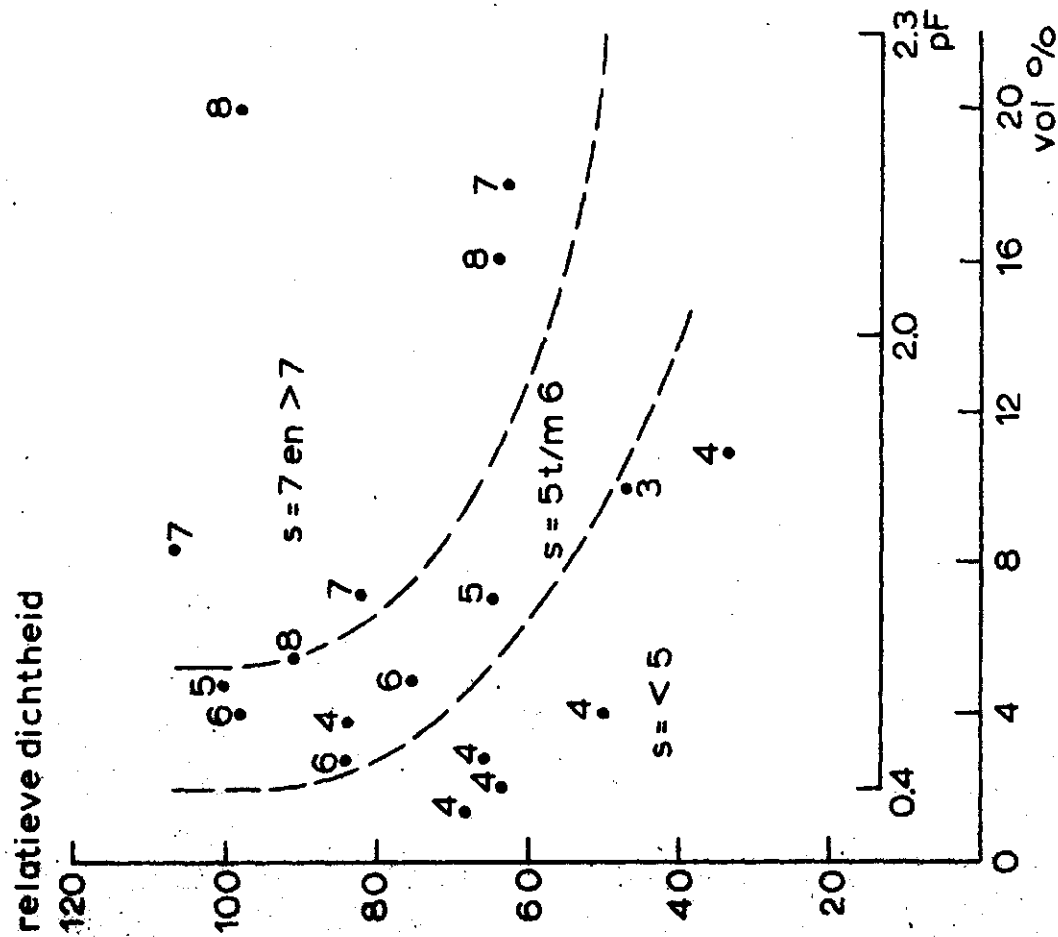


Fig. 19. De draagkracht (s in kg/cm^2) in afhankelijkheid van de relatieve dichtheid (d_r) en het vochtgehalte resp. vochtspanning (pF)

fig 20

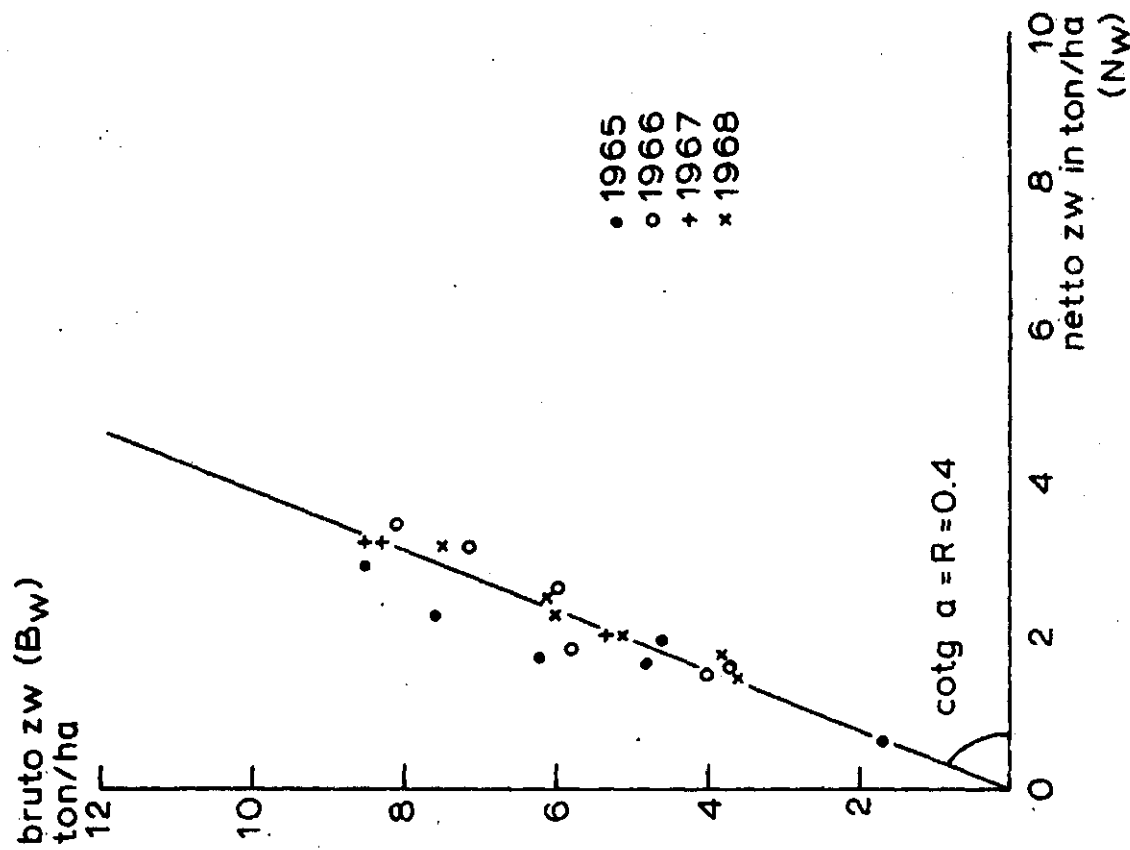


Fig. 20. De bruto grasproductie (B_w) in vergelijking met de grootvee-weidedagen uitgedrukt in netto zetmeelwaarde (N_w)

Voor de totale bruto-opbrengst is de gemiddelde opbrengst bij 100 en 200 N mengsel goed als geldig geteld kan worden bij een bemesting van 150 N/ha.

Wat betreft de berekening van het rendement van beweiding zij opgemerkt dat er voor alle jaren van het onderzoek er een substantie verandering bestaat tussen B_1 en B_2 zoals fig. 20 aantoont.

$$B = \text{ong} \cdot a = 0,40$$

Bij berekening van de bruto-opbrengst "naaien" op netto-opbrengst bij beweiden is daarvoor B constant op 0,4 gehouden.

Op deze wijze worden theoretische goed vergelijkbare netto-opbrengsten verkregen die gelden voor uitsluitend beweiden.

Volgens de gegevens van dit proefobject blijkt ca. 30 % van de totale grasopbrengst aan droge stof voor ruwvoer bestand te zijn. Wanneer men de netto-opbrengst berekent bij een ruwvoerpercentage van 30 % van de totale opbrengst in kg/ha met een rendement van 80 % kan worden de netto-opbrengsten

$$\text{Bij uitsluitend beweiden } B_{t_1} = 0,4 B_t$$

$$\text{Bij 30 \% naaien } B_{t_2} = 0,7 B_t \times 0,4 + 0,3 B_t \times 0,8 = 0,52 B_t$$

$$\frac{B_{t_2}}{B_{t_1}} = \frac{52}{40} = B_{t_1}$$

Volgens de resultaten van de opbrengstbepalingen bedraagt de gemiddelde bruto-opbrengst 7500 kg ZW bruto, het rendement van beweiding 40 % en de netto-opbrengst 3000 kg bij uitsluitend beweiden.

$$\text{Bij 30 \% naaien met een rendement van 80 \% is de netto-opbrengst } \frac{3000}{40} \times 52 = 3900 \text{ kg ZW.}$$

Dit is voor deze proefpercelen de reële gemiddelde netto-opbrengst.

De verhouding van de netto-opbrengst van beweiding ($0,4 \times 0,7 \times 7500 = 2100$ kg ZW) staat dan tot die van stalvoeding ($0,8 \times 0,3 \times 7500 = 1800$ kg ZW) als 1:0,86. Als gevolg van het dubbele rendement bij stalvoeding is het mogelijk slechts 30 % van de totale grasproductie hiervoor te bestemmen. Het rendement van beweiding, gemiddeld ca. 40 % is hier zeer laag. Hetzija geflatteerd laag omdat met kooi-opbrengsten wordt vergeleken. De opbrengsten op deze wijze bepaald liggen ca. 10 % boven de werkelijke bruto-opbrengsten die in de praktijk worden behaald.

Indien de kooi-opbrengsten met 10 % zouden worden gereduceerd kan

verlaagt het rendement van beweiding van 40 tot 45 %. Ook dan is het nog zeer laag.

Overeenkomstig in 1967 twee percelen zijn bezand, namelijk 3a en 4b blijkt uit de 1968 geen verschil in rendement van beweiding geconstateerd te kunnen worden. Men zou kunnen verwachten dat gevolg van een sterk verhoogde vertrappingsgevoeligheid door het bezanden het rendement van beweiding zou toenemen.

Het effect van bezanden inclusief het nieuwe grasbestand komt tot uitdrukking in een 20 % hogere bruto-opbrengst en bij gelijk rendement in een eveneens 20 % hogere netto-opbrengst.

Ondanks de geringe draagkracht van deze gronden in de natte perioden blijkt de netto-opbrengst waarbij 30 % van de bruto-droge stofproductie bestand wordt voor ruwvoer, met 3900 kg/ha behoorlijk goed te zijn. Het blijkt echter dat het bezanden na 1 jaar de netto-productie met 20 % kan doen stijgen tot ca. 4600 kg/ha, bij dezelfde verhouding maaien-beweiden.

MAASWATERING

In 1964 werd in NW-Overijssel onder de gemeente Nieuw-Lusen een ontwateringsproefobject aangelegd met het doel het effect van ontwatering op de draagkracht en het producerend vermogen van deze zeer vertrappingsgevoelige vaengraslanden te bestuderen. Het ging hierbij vooral om het resultaat in vergelijking met bezanden, een methode die in dit gebied met veel succes wordt toegepast.

Het proefobject bestond volgens het ontwerp uit 3 proefvakken met een ontwateringspeil van respectievelijk 0,40, 0,70 en 100 m - m.v. Ieder proefvak bestond uit 2 percelen, alle van ongeveer gelijke oppervlakte, zodat een goede vergelijking van netto-weide-opbrengst mogelijk zou zijn.

De sterkste slootpeilverlaging (0,70 m) resulteerde echter slechts in een kleine daling van de ondergrondswatervlucht ten opzichte van de oorspronkelijke toestand van ca. 0,26 m. In de droogste perioden tekte de grondwaterstand hier niet dieper dan 0,70 m - m.v. ondanks een aanvallende drainage met een afstand van 20 à 25 m. Deze draagafstand moest volgens de berekeningen ruim voldoende zijn.

De oorzaak is toe te schrijven aan een constante kwelaanvoer van gemiddeld 1,5 mm/etmaal via het sterk doorlatend sandpakket onder het veen. De vloeddikte bedraagt gemiddeld 1 m.

Behalve kwel werden hoge intree-weerstanden geconstateerd ofschoon turfmoer-bedekking is gebruikt en een diameter van 0,05 m voor de plas-plastiek buizen.

Verder bleek bij gelijke lengte en gelijke hoogte van het freatisch vlak de afvoer van de sloten het zeven tot het tienvoudige te bedragen zowel in natte als in relatief droge perioden wanneer oppervlakte-afvoer via moei-veld en grappels geen rol speelt. De functie van de natte om-trek komt in de drainage formules blijkbaar onvoldoende tot uiting.

Het effect van stuw-tjes in de afvoersloot om de grondwaterstand in de verschillende proefvakken te handhaven was zo goed als nihil. Er ont-stond in het gehele proefobject een potentiaal verval van 0,10 à 0,15 in de richting van het lozingspunt.

Als gevolg van de kwel is op deze gronden ook bij diepe slootpei-len nimmer sprake van droogteschade. In de perioden met neerslagover-schot verkeren deze gronden bij het traditionele polderpeil van 0,30 m - m.v. in zo goed als verzadigde toestand. De mogelijkheid van waterberging bedraagt dan maximaal 10 mm. De draagkracht is om deze reden in natte perioden algemeen onvoldoende.

Daar slootpeil-regulering zonder aanvullende drainage onvoldoende resultaten oplevert, zijn aanzien van de grondwaterstand en draagkracht werden in 1967 twee percelen bezand.

Dit levert onder genoemde omstandigheden aanzienlijk beter resul-taat ten aanzien van de draagkracht. Voor het eerste jaar na de bezan-ding werd een 20 % hogere netto-opbrengst berekend.

De geringe draagkracht van de onbezande veengronden komt tot uiting in een zeer laag rendement van beweiding voor alle jaren van het onder-zoek, namelijk gemiddeld slechts 40 % van de bruto-opbrengst.

De bruto- zowel als de netto-opbrengsten waren in het wat de weers-omstandigheden betreft vrij normale jaar 1967 22 % respectievelijk 16 % hoger dan in de natte jaren 1965, 1966 en 1968.

CONCLUSIE

Wat betreft de methodiek van verbetering kan worden geconcludeerd dat in de omstandigheden van veengronden zonder minderaal dek met een sterk doorlatende zandondergrond en waar in verband met de topografische ligging kwel verwacht kan worden, een bezanding van minimaal 6 cm dikte

een meer efficiënte maatregel vormt dan slootpeilverlagings.

Dit betreffen in het algemeen broek- en zageveengronden met een dikke sterk doorlatende zandondergrond, speciaal in overgangsgebieden en binnen de zandgebieden.

Op diverse verbeteringsobjecten worden als gevolg van kwal moeijelikheden ondervonden. Voorbeelden hiervan zijn: het veengebied ten westen van de weg Zwolle - Meppel waar binnen ook dit proefobject is gelegen, de costelijke Veluwe-zand (stikstof proefboerderij te Vaassen), de noord-westelijke Veluwe-zand (Mulshorst), de Koekoekspolder bij Kampen, de Zuidwesthoek van het Drentse zand-veengebied (Koekange), en in de Achterhoek ten zuidwesten van de Lochemse berg (Barchen).

Wanneer de veenlagen dun zijn, maximaal 0,80 m, vormt diepploegen de gegevenste maatregel, bij dikkere veenlagen van 0,80 m tot 3,00 m de bezanding met de grondvrijzel.

Het diepploegen of bezanden levert een directe verbetering van de draagkracht. Dit neemt niet weg dat even goed naar een betere ontwatering gestreefd dient te worden in verband met waterberging, luchthuishouding en draagkracht.

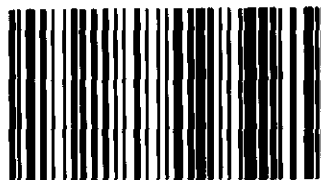
Slootpeilverlagings in combinatie met drainage, speciaal bij drainage in greppels leverde intusschen betere resultaten dan peilverlagings zonder drainage maar het is de vraag of drainage de voorkeur verdient boven bezanding. Bij gelijke ontwateringsdiepte geeft bezanding een betere draagkracht dan drainage. Dit geldt dus voor veengronden zonder mineraaldek. Een nadeel van het bezanden vormen de achterblijvende sleuven die moeilijk als greppel zijn te onderhouden en na verloop van tijd brede crassige sleuven vormen met al de nadelen van dien.

Om tot een goede produktieve en exploiteerbare grond te geraken is slootpeilverlagings zonder meer noodzakelijk waarbij het verder van de ontwateringsdiepte afhangt of men de voorkeur geeft aan drainage respectievelijk bezanden of diepploegen.



WAGENINGEN UR
For quality of life

Wageningen UR library
P.O.Box 9100
6700 HA Wageningen
the Netherlands
www.library.wur.nl



10000910172794

